This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ PRATIQUE

DES

CHAUDIÈRES MARINES

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ PRATIQUE

DES

CHAUDIÈRES MARINES

DESCRIPTION, ENTRETIEN, CONDUITE

A L'USAGE

DES MÉCANICIENS DE LA MARINE MILITAIRE,

De la Marine du Commerce et de l'Industrie

PAR

J.-B. GIRARD

Mécanicien-Inspecteur de la Marine,
Officier de la Légion d'honneur et de l'Instruction publique,
Ancien professeur à l'Ecole des Mécaniciens de Toulon,
Ancien élève de l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers
de Châlons-sur-Marne, 1852-1855.

Avec 20 planches et nombreuses figures dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1897

Tous droits réservés.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRÉFACE

Dans les diverses positions que j'ai occupées dans la marine, soit comme mécanicien principal chargé de la direction de la conduite des machines à vapeur, soit comme mécanicien en chef et inspecteur attaché aux majorités générales, et membre de la commission de recette des différents appareils évaporatoires actuellement en usage sur tous les bâtiments de la flotte, j'ai pu recueillir des indications précises sur leur description, leur conduite et leur entretien qui m'ont permis de rédiger ce guide que je dédie spécialement aux mécaniciens de la marine de guerre et du commerce. MM. les officiers de marine pourront y trouver d'utiles renseignements sur la conduite des chaudières fonctionnant au tirage forcé, sur la limite à laquelle doit s'arrêter l'énergie de la chauffe pour ne pas compromettre leur sécurité. Une note spéciale fait connaître les causes des chocs qui se produisent dans les tuyaux alimentaires et les moyens à employer pour les faire disparaître.

Des comparaisons entre les différents types des chaudières, résultant des essais, font connaître leurs avantages et leurs inconvénients. Ce guide complet est la suite du guide du matelot-chauffeur que j'ai fait en 1879 par ordre de l'amiral Cloué, commandant alors l'escadre d'évolutions.

Digitized by Google

ERRATA

Page 17, 25e ligne ; *supprimer :* et sépare C de c.

— 57, (fig. 62 placer le chiffre 1 à gauche du cylindre et 2 à droite, vue 2.

— 202, 7e ligne ; *lire :* chaudières *et non* : chaudierets.

— 260, bas de la page, *lire :* charbon, *au lieu de :* chaleur.

— 448, 27e ligne *lire :* régime, *au lieu de :* région.

— 451, 25e ligne *lire :* branches, *au lieu de :* tronches.

Digitized by Google

TRAITÉ PRATIQUE

DES

CHAUDIÈRES MARINES

ET DE LEURS AUXILIAIRES

PREMIÈRE PARTIE

DÉFINITIONS. — DESCRIPTION

D. — Qu'est-ce qu'une chaudière?

R. — On appelle chaudière un réservoir clos formé par un assemblage de tôles de fer ou d'acier, de forme parallélipipédique, cylindrique ou multitubulaire, destiné à produire régulièrement la quantité de vapeur nécessaire à l'alimentation d'une machine.

Les parties de la chaudière baignées par l'eau à vaporiser et exposées, soit au rayonnement du charbon qui brûle sur les grilles, soit au contact des flammes produites par la combustion, soit simplement léchées par les gaz éteints, s'appellent surfaces de chauffe; celle qui est directement exposée au contact des flammes ou au rayonnement du charbon en ignition s'appelle surface de chauffe directe ; celle qui est simplement léchée par les gaz s'appelle surface de chauffe indirecte (elle comprend le faisceau tubulaire, les conduits de fumée).

Les parties formées par le plan de grille du foyer s'appellent surface de grille.

Les surfaces de chauffe et celle de grille, la section de la cheminée et sa hauteur, constituent les éléments les plus importants d'une chaudière ; elles sont reliées entre elles par leurs dimensions.

En effet, la surface de grille étant imposée pour brûler dans de bonnes conditions, et dans un temps donné, le poids de combustible nécessaire au dégagement de la chaleur voulue pour vaporiser une certaine quantité d'eau, elle sert de base pour établir les dimensions de la surface de chauffe, et celle de la cheminée qui doit appeler le volume d'air indispensable pour assurer la combustion.

La surface de chauffe étant destinée à transmettre à l'eau la chaleur

Digitized by Google

qu'elle reçoit du foyer, si l'on veut éviter une trop grande énergie dans l'activité de la combustion et obtenir une meilleure utilisation du combustible, il faut lui donner une certaine étendue.

En moyenne le rapport entre la surface de chauffe et la surface de grille est de 18 à 20 pour les chaudières où l'on brûle de 70 à 80 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille au tirage naturel, et de 40 et au-dessus pour les chaudières type de l'Amirauté et des torpilleurs où l'on brûle de 200 à 300 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille et par heure.

Quelques constructeurs établissent les dimensions de surface de chauffe et de grille par rapport à la puissance en chevaux de 75 kilogrammètres et donnent pour la surface de chauffe les nombres suivants : par cheval, $29^{dmq},8$, $28^{dmq},5$, $22^{dmq},6$, et pour la surface de grille : $1^{dmq},11$, $1^{dmq},25$, $1^{dmq},21$, $1^{dmq},03$.

D'après les nombreuses expériences qui ont été faites dans le but de reconnaître la quantité d'eau qui pouvait être vaporisée par heure et par mètre carré de surface de chauffe, il a été établi qu'avec la chauffe la plus énergique, chaque mètre carré de surface de chauffe directe pouvait vaporiser de 100 à 120 kilogrammes d'eau à 15° par heure, et que la surface de chauffe indirecte ne produisait que le cinquième environ de cette quantité. En général, on admet dans une chaudière que chaque mètre carré de surface de chauffe directe et indirecte ne produit en moyenne que 24 kilogrammes de vapeur avec une combustion d'une activité ordinaire au tirage naturel.

D. — Comment classe-t-on les chaudières ?

R. — On classe les chaudières :

1° Au point de vue de la pression qu'elles supportent ;

2° Au point de vue de leurs formes extérieures ;

3° Au point de vue de leurs dispositions intérieures ;

1° Au point de vue de la pression : elles sont à basse, moyenne et haute pression.

A basse pression, quand celle-ci ne dépasse pas $1^{kg},500$ par centimètre carré, à moyenne pression quand celle-ci atteint $2^{kg},250$, et à haute pression quand cette pression atteint 5 kilogr. et au-dessus.

2° Au point de vue de leurs formes extérieures, elles sont à faces planes, et ont la forme parallélipipédique, lorsqu'elles fonctionnent à la basse et à la moyenne pression.

Elles ont la forme cylindrique quand elles fonctionnent à haute pression.

Elles sont multitubulaires, lorsqu'elles sont formées par un faisceau de tubes communiquant avec des collecteurs et le tout renfermé par une tôlerie extérieure.

3° Au point de vue de leurs dispositions intérieures : elles sont à flammes directes ou à retour de flammes. A flammes directes, quand les flammes, en quittant le foyer, se rendent directement dans les

Digitized by Google

tubes en traversant la boîte à feu s'il y en a une et de là dans la cheminée ou dans les courants de fumée s'il y a plusieurs chaudières desservies par la même cheminée.

A retour de flammes, quand les tubes, au lieu d'être directement placés dans le prolongement du foyer, sont placés au-dessus de ce dernier et légèrement inclinés ; les flammes revenant sur elles-mêmes avant de se rendre dans la boîte à fumée.

Les flammes peuvent circuler à l'intérieur des tubes, l'eau étant à l'extérieur, ou à l'extérieur des tubes, l'eau étant dans l'intérieur des tubes.

DIVISION D'UNE CHAUDIÈRE

D. — Quels sont les principaux compartiments d'une chaudière ?

R. — Dans une chaudière on distingue trois compartiments principaux :

1° Le compartiment réservé à la combustion ;
2° Le compartiment réservé à l'eau, appelé volume d'eau ;
3° Le compartiment réservé à la vapeur, appelé volume de vapeur.

COMPARTIMENT RÉSERVÉ A LA COMBUSTION

D. — Que comprend le compartiment réservé à la combustion ?

R. — Ce compartiment comprend :

1° Le fourneau ;
2° La boîte à feu ;
3° Les tubes ;
4° La boîte à fumée ;
5° Les courants de flammes et de fumée ;
6° La cheminée et ses accessoires.

D. — Qu'est-ce que le fourneau ?

R. — Le fourneau est le lieu même où s'opère la combustion, ou, en termes usuels, l'endroit où brûle le charbon et où se dégagent les flammes.

Le fourneau comprend :
1° Le cendrier ;
2° Le foyer.

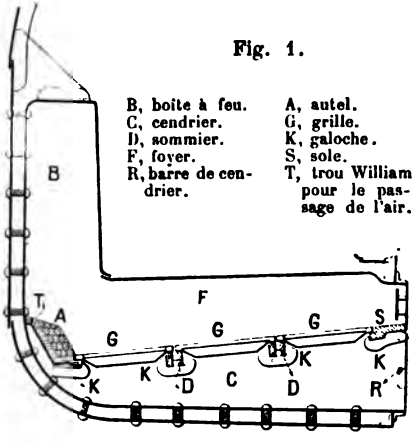


Fig. 1.

B, boîte à feu. C, cendrier. D, sommier. F, foyer. R, barre de cendrier. A, autel. G, grille. K, galoche. S, sole. T, trou William pour le passage de l'air.

Digitized by Google

D. — Qu'est-ce que le cendrier ?

R. — Le cendrier est la partie du fourneau comprise entre la partie inférieure de la chaudière et la grille.

Ce volume libre sert de passage à l'air nécessaire pour entretenir la combustion, il reçoit les cendres et les escarbilles qui tombent du foyer. Sur les faces verticales du cendrier sont fixés, par le moyen de vis ou de boulons, les étriers ou galoches qui doivent supporter la sole, les supports ou sommiers des grilles, ceux de l'autel ainsi que ceux de la barre transversale qui sert d'appui au crochet. La fermeture du cendrier consiste en une porte à deux battants avec linguet de fermeture, chaque battant porte un petit papillon ou évent permettant de masquer en totalité ou en partie les ouvertures pratiquées dans chacun de ces battants. Les portes des cendriers et les évents sont les régulateurs de la quantité d'air à introduire dans les cendriers; on les ouvre plus ou moins, selon l'énergie que l'on veut donner à la combustion; on les ferme complètement dans un arrêt. La section de l'ouverture du cendrier varie entre 0,18 et 0,23 de la surface totale du plan de grille, vide et plein compris; les faces latérales du cendrier s'appellent flancs, et la partie intérieure s'appelle fond.

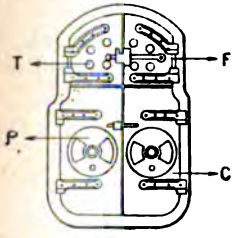


Fig. 2.

T, trous d'air refroidissant la partie intérieure de la porte.
F, portes de fourneau.
C, portes de cendrier.
P, papillons servant à régler l'arrivée de l'air quand les portes de cendriers sont fermées.

Les sommiers sont formés par deux barres de fer plat, reliées entre elles par des entretoises. Le vide formé par les entretoises permet à l'air de circuler autour des talons de grilles, de les refroidir et laisse passer les escarbilles.

D. — Qu'est-ce que le foyer ?

R. — Le foyer est la partie supérieure du fourneau comprise entre le plan de grille, la sole et l'autel.

Dans le foyer se trouvent : la sole, les grilles et l'autel. La fermeture du foyer comprend également une porte à deux battants formés chacun par deux tôles séparées entre elles par des entretoises.

La tôle extérieure est percée de 4 trous donnant passage à un courant d'air froid remplissant l'espace libre entre les deux tôles et les empêchant ainsi d'être portées à une trop haute température.

Sur quelques chaudières de torpilleurs, la tôle intérieure est armée de pointes en fer entourées par un courant d'air qui se renouvelle ; elles servent de conducteurs et à la dispersion de la chaleur qui s'accumulerait sur la tôle intérieure de la porte.

Digitized by Google

La partie supérieure du foyer s'appelle ciel; les faces latérales, flancs.

Dans les nouvelles chaudières type Amirauté, on a remplacé les foyers système Fox (fig. 3) par les foyers système Purves (fig. 4).

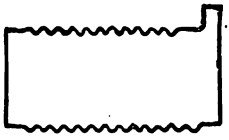


Fig. 3. — Foyer Fox.

Comme il est indiqué par la figure 4, les ondulations ne sont plus les mêmes, l'épaisseur du diamètre extérieur est plus grande que celle du restant du foyer.

La forme de ces ondulations est très inclinée et peut permettre la dilatation du foyer sans aucune fatigue. De plus, l'épaisseur étant plus grande, la résistance à l'écrasement est plus considérable.

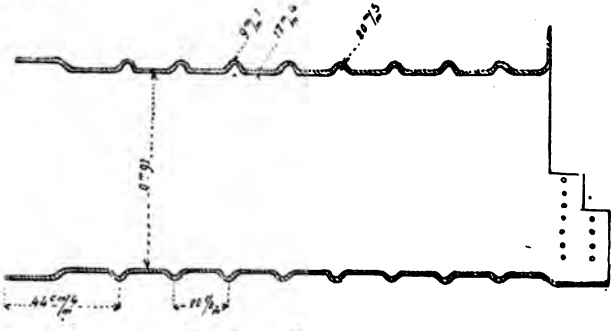


Fig. 4. — Foyer Purves.

La même augmentation de surface de chauffe existe comme sur les foyers Fox (fig. 3).

Les foyers de ce système qui ont été déjà employés ont donné d'excellents résultats.

SOLE

D. — Qu'est-ce que la sole ? (Fig. 5.)

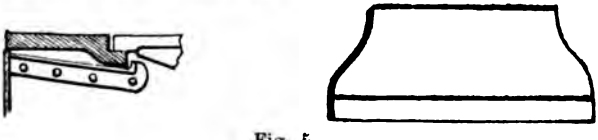


Fig. 5.

R. — La sole est une plaque plane, en fonte de fer, formant l'entrée du foyer ; elle supporte l'extrémité extérieure des grilles de la

Digitized by Google

première rangée ; elle empêche l'air de déboucher trop près de la porte du foyer ; par cette disposition il existe alors une couche d'air entre la porte et le charbon qui brûle, ce qui empêche celle-ci de rougir et de rayonner trop de chaleur à l'extérieur.

GRILLES

D. — Qu'est-ce qu'une grille ? (Fig. 6.)

R. — Les grilles sont des barres de fer forgé, terminées à leurs extrémités par des talons T plus larges que le corps de la grille, de façon à laisser un vide de 15 millimètres entre 2 barres consécutives, afin de donner à l'air un passage, de laisser tomber les cendres et les escarbilles, de permettre le passage du ringard pour provoquer la chute de ces escarbilles et de briser les couches de mâchefer qui se produisent sur les grilles.

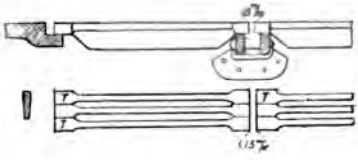


Fig. 6.

Les figures 5 et 6 représentent la forme et la disposition des grilles employées dans les chaudières à faces planes et cylindriques.

Dans les chaudières réglementaires il existe généralement trois rangées de grilles placées bout à bout avec une distance de 15 millimètres entre chacune, afin de permettre leur dilatation et d'établir un courant d'air pour refroidir les talons.

Les espaces libres entre les barreaux de grille représentent à peu près le tiers ou le quart de la surface totale représentée par les grilles. Cette surface totale s'appelle plan de grilles.

Dans les chaudières Belleville les grilles sont mobiles et ont la forme et la disposition représentées plus loin.

D. — Pourquoi les grilles sont-elles inclinées ?

R. — Les grilles sont généralement inclinées de 10 p. 100 de leur longueur vers le fond du foyer, afin de faciliter la charge des fourneaux, et surtout pour donner un espace libre plus grand aux flammes qui se dégagent sur toute leur longueur, rendre plus facile leur mélange avec l'air, et de ne pas les étouffer; la plus grande section du foyer est vers l'autel, et cette section est indispensable pour assurer une bonne combustion des gaz avant de se rendre dans les tubes ou dans la boîte à feu. Quand cette section est trop petite le mélange des gaz provenant de la houille avec l'air se fait mal et les flammes sont ternes, la fumée est très abondante et souvent il se produit une combustion dans la cheminée, ou à sa partie supérieure que l'on appelle panache de flammes.

Digitized by Google

Les grilles horizontales auraient l'inconvénient de faciliter l'accès de l'air en trop grande quantité dans le fond du cendrier au détriment de l'avant.

AUTEL

D. — Qu'est-ce que l'autel, à quoi sert-il ? (Fig. 7.)

R. — L'autel est un dossier en fonte de fer protégé par des briques réfractaires sur sa face avant, servant à supporter l'extrémité de la dernière rangée de grilles, il empêche en outre les flammes de frapper directement contre la plaque de tête tubulaire et il les redresse pour les préparer à entrer dans les tubes; il est percé de trous laissant passer de l'air qui brasse les flammes et active leur combustion. Sur les chaudières de certains torpilleurs et avisos-torpilleurs, l'autel est formé de deux parties espacées l'une de l'autre laissant un passage suffisant aux flammes, l'une reposant sur une cornière fixe à l'arrière du fourneau, l'autre partie est fixée à la voûte.

Fig. 7.

Cette disposition oblige les flammes à s'infléchir à se répartir uniformément dans tous les tubes, au lieu de passer de préférence dans les tubes supérieurs ou dans ceux qui sont directement en face du fourneau. Voir les dispositions des chaudières, type Amirauté (fig. 93).

BOITE A FEU

D. — Qu'est-ce que la boîte à feu? (Fig. 1.)

R. — La boite à feu est le compartiment servant de communication entre la flamme du foyer et les tubes; c'est dans la boite à feu que la combustion doit tendre à s'opérer complètement.

Certaines chaudières ont un brise-flamme dans la boite à feu afin d'obliger les flammes à s'infléchir avant de pénétrer dans les tubes.

TUBES

D. — Qu'est-ce que les tubes ?

R. — Les tubes sont des cylindres généralement en laiton d'environ 2 mètres de longueur, de $0^m,075$ de diamètre intérieur et de $0^m,0025$ d'épaisseur, dans lesquels circulent les flammes provenant de la boite à feu et se rendant dans la boite à fumée; ils sont au nombre de 88 dans les chaudières à moyenne pression et à faces planes du type haut, de 72 seulement dans celles du type bas; ils forment ensemble la surface de chauffe tubulaire ou indirecte. Ils sont placés en quin-

Digitized by Google

conce de façon à mieux diviser l'eau qui les entoure et ils sont inclinés en sens inverse des grilles afin de faciliter la circulation de la flamme qui, en raison de sa température, cherche toujours à s'élever. Ces tubes sont employés dans les chaudières à moyenne pression et dans celles où la pression ne dépasse pas 5 kilogrammes. Dans les chaudières type Amirauté, fonctionnant à 10 kilogrammes et dans les chaudières multitubulaires de torpilleurs, ils sont en acier, ou en fer de première qualité.

Dans les boîtes à feu et les boîtes à fumée, ils sont protégés contre l'action directe des flammes par des bagues en acier qui sont emmanchées avec force à l'aide de mandrins.

Dans les chaudières à haute pression, souvent les tubes sont en fer ou en acier et leurs extrémités raboutées en cuivre rouge afin d'en faciliter le rivetage sur les plaques de tête et en même temps d'en assurer l'étanchéité.

D. — Quels sont les principaux systèmes de tubes employés dans les chaudières de la marine :

1° *Au point de vue de leur fixation;*
2° *Au point de vue de la nature du métal;*
3° *Au point de vue de leur forme ?*

R. — Au point de vue de leur fixation; les tubes sont fixes ou démontables. Tubes fixes, ils ont une pince rabattue sur les plaques de tête, ils sont mandrinés et bagués à leurs deux extrémités (fig. 8). Ces tubes ne sont démontés que pour être remplacés par suite d'avarie, ou pour faciliter des travaux intérieurs dans les chaudières; ils ne peuvent plus être remis en place sans y avoir soudé des bouts à leurs extrémités.

Fig. 8. — Tube fixé ordinaire.

Ils sont en laiton, étirés, sans soudure, d'un diamètre intérieur de $0^{m},075$ et de $2^{mm},5$ d'épaisseur; ils sont employés dans les chaudières à moyenne pression, $2^{kg},250$, et sur les chaudières cylindriques fonctionnant à $4^{kg},250$.

Fig. 9. — Tube ribouté.

Dans ces dernières chaudières il existe des tubes tirants de même diamètre extérieur, mais de 5 millimètres d'épaisseur, ils ne sont pas bagués. Dans les chaudières à haute pression, ils sont généralement en acier, quelquefois raboutés en cuivre rouge (fig.9), du côté de la boîte à feu pour faciliter la mise en place et mieux assurer leur étanchéité, ils sont mandrinés à leurs deux extrémités et munis de bagues protectrices. Sur les chaudières multitubulaires types Lagrafel, Oriolle, ils sont en acier et dudgeonnés à leurs deux extré-

Digitized by Google

mités à l'aide du dudgeon Caraman ; leurs extrémités étant dans l'eau, ils ne sont pas bagués.

Sur plusieurs chaudières à haute pression, on emploie les tubes Caraman (fig. 10), ces tubes sont en acier. Pour les mettre en place, après les avoir coupés d'une longueur dépassant de 3 millimètres les plaques de tête, on rétreint leurs extrémités du côté de la boîte à feu à l'aide d'une matrice, on pratique dans la plaque de tête de la boîte à feu, deux rainures circulaires; dans la rainure intérieure on introduit un anneau en maillechort et dans la rainure extérieure un anneau en laiton. Ces deux anneaux mis en place, et les tubes coupés à la longueur déterminée, on introduit les tubes ainsi préparés; mis à poste dans les plâques de tête, on introduit à chaque extrémité du tube que l'on met en place, le dudgeon Caraman; on manœuvre les deux dudgeons à la fois afin d'éviter tout déplacement du tube. Par la pression exercée à l'intérieur du tube du côté de la boîte à feu, les deux anneaux remplissent complètement leurs rainures et forment des empreintes sur le contour du tube qui en assurent l'étanchéité et la fixité.

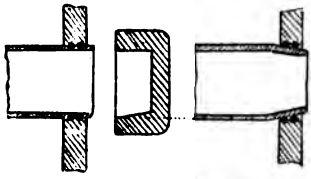


Fig. 10. — Tube Caraman.

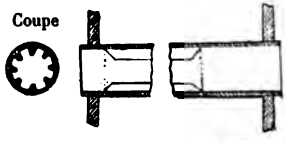


Fig. 11. — Tube Serve à ailerons.

Dans les chaudières Tornychroft, les extrémités des tubes sont légèrement coniques; ils sont dudgeonnés à leurs deux extrémités. Il en est de même pour les chaudières Normand. Avec ce léger cône l'emmanchement est plus facile, on obtient une bonne adhérence, et ils sortent plus facilement en cas de remplacement.

Les tubes Serve à aillettes intérieures (fig. 11) sont simplement emmanchés et dudgeonnés à leurs extrémités; ils donnent, d'après le constructeur, 10 p. 100 d'économie sur les tubes ordinaires.

D. — Comment met-on en place un tube ordinaire fixe en laiton, dans les chaudières à moyenne pression et dans les chaudières ordinaires cylindriques à $4^{kg},250$?

R. — Les trous des plaques de tête sont préalablement percés au amètre extérieur du tube avec leurs arêtes adoucies par un léger ıanfrein. On coupe les tubes à une longueur dépassant de 2 millıètres à $2^{mm},5$ la plaque de tête en tenant compte de l'inclinaison de s dernières, si elles ne sont pas parallèles afin d'avoir la même ıgueur $2^{mm},5$ autour de la plaque de tête ; on enlève les bavures roduites par la scie, on recuit les extrémités dans un feu au bois. Ces esures prises on les met en place, puis on enfonce à chaque extré-

Digitized by Google

mité un mandrin légèrement conique et en même temps, on provoque ainsi l'adhérence du tube contre les plaques de tête, puis on rabat une collerette avec l'excédent de chaque côté; avec un outil spécial on forme un bourrelet avec cette collerette que l'on applique contre les plaques de tête, avec un autre outil on coupe les bavures.

Toutes ces opérations étant faites avec le plus grand soin on enfonce des bagues en acier à chaque extrémité. Ces bagues ont une entrée à leur bout pénétrant dans le tube, elles peuvent être pleines ou coupées avec un léger cône pénétrant dans un vide de même forme; ces bagues étant dilatées par un mandrin conique qui les appuie contre les tubes maintiennent l'adhérence de ces derniers avec la plaque de tête. Pour sortir les tubes, il faut d'abord sortir les bagues, puis opérer une saignée dans les extrémités du tube et le rétreindre.

TUBES MOBILES

D. — Quels sont les principaux systèmes de tubes employés?

R. — Ces systèmes sont :

1° Les tubes Langlois (fig. 12), autrefois employés dans les chaudières à moyenne pression. Ces tubes se composent d'abord du tube ordinaire sur lequel on brase une tête en laiton filetée à filet arrondi, du côté de la plaque de tête avant (côté de la boîte à fumée). Cette tête porte sur son pourtour 4 adants dans lesquels on introduit une clef servant à les visser. Avant de les mettre en place, on enduit le filet d'un mélange de suif et de céruse, on introduit par l'extrémité lisse du tube une rondelle en plomb, on met de la céruse sur les deux faces de cette rondelle. On visse le tube de façon à faire joint contre la plaque de tête du côté de la boîte à fumée et on mandrine l'autre extrémité. Ces tubes peuvent être démontées; mais très souvent on éprouve une résistance telle à les dévisser que l'on débrase la tête filetée. Un autre inconvénient, c'est que l'excédent de diamètre de la tête du tube oblige à découper la plaque de tête et à la rendre moins résistante. On enlève la bague à l'aide d'une griffe à boulon, avec une traverse à écrou.

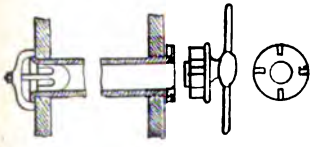


Fig. 12. — Tubes Langlois.

2° Les tubes Toscer (fig. 13). Le tube Toscer est un tube ordinaire embouti à ses deux extrémités de façon à lui donner un diamètre de 0,080 à la boîte à fumée par où on l'introduit et 0m,079 à la boîte à feu; on le mandrine et on le bague à ses

Fig. 13. — Tube Toscer.

Digitized by Google

deux extrémités. Le démontage de ce tube est facile parce que les sels se déposent sur le petit diamètre du tube, ils n'en gênent donc pas la sortie sur les plaques de tête. On les démonte à l'aide d'une tringle (disposition Gantelme).

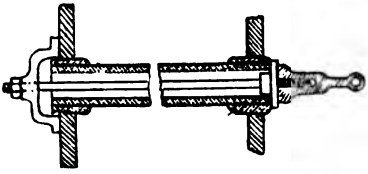


Fig. 14. — Tube Gantelme.

3° Les tubes Gantelme (fig. 14). Le tube Gantelme porte à chacune de ses extrémités deux viroles en bronze parfaitement tournées avec un peu de cône. La boîte à fumée est percée de trous ayant 1 millimètre de plus que la boîte à feu afin de faciliter le passage des tubes. Ces tubes s'emmanchent à l'aide d'une tringle représentée figure 14, munie d'un mandrin à l'une de ses extrémités et d'une griffe et d'un écrou de l'autre; c'est par le serrage que l'on obtient l'étanchéité.

TUBE FIELD

(Fig. 15.)

Cette disposition comprend deux tubes : 1° le tube extérieur, dit vaporisateur, fermé à son extrémité inférieure et terminé à sa partie supérieure par une partie conique renforcée emmanchée par frotte-

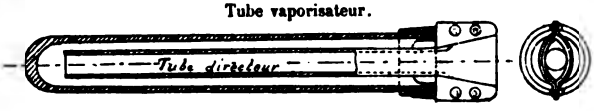


Fig. 15. — Tube Field.

ment sur la plaque de tête; 2° le tube intérieur en tôle mince dit tube directeur ouvert à ses deux extrémités et appuyé sur le tube vaporisateur.

La circulation d'eau se fait dans la partie cylindrique comprise entre les deux tubes et la circulation de la vapeur dans le tube intérieur. Ces chaudières sont employées dans les postes à terre, ou pour faire de l'eau douce.

Le nettoyage est facile.

TUBE TIRANT

(Fig. 16.)

Dans les nouvelles chaudières cylindriques à haute pression, les tubes tirants sont filetés à leurs deux extrémités; ils sont introduits

Digitized by Google

par la boite à fumée, le diamètre est un peu supérieur du côté de la plaque de tête de la boite à fumée afin de laisser passer librement l'extrémité qui doit être vissée et mandrinée dans la plaque de la boite à feu; un écrou et un contre-écrou s'appuyant sur deux rondelles en fer avec bagues en chanvre enduites de céruse assurent l'étanchéité du côté de la boite à fumée; ils sont dudgeonnés du côté de la boite à feu et garantis par une bague.

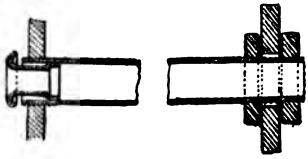


Fig. 16. — Tube Tirant.

Comme nous l'avons dit, dans les chaudières à haute pression, la fixation des tubes se fait à l'aide de pinces rabattues sur les plaques

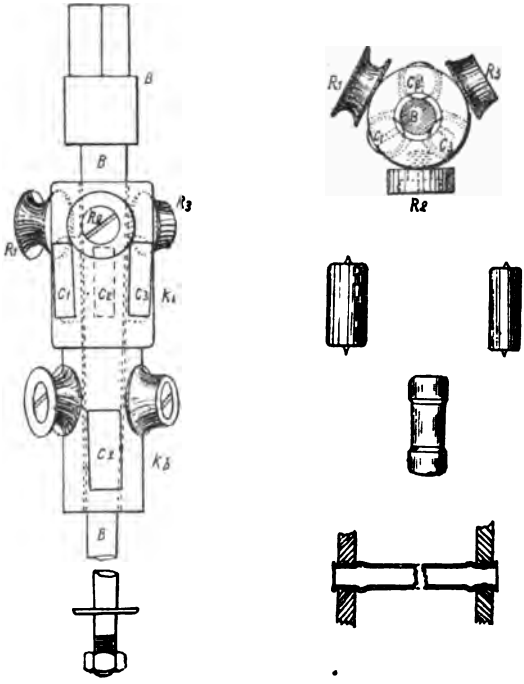


Fig. 17. -- Disposition du Dudgeon.

de tête, et leur ahdérence, pour assurer l'étanchéité, est obteune à l'aide de l'appareil Dudgeon, représenté figure 17. Cet appareil consiste dans un cône évidé dans lequel sont logés trois galets mobiles disposés en forme de pas de vis.

Digitized by Google

Dans l'intérieur du cône on introduit une broche également conique qui porte contre la partie intérieure des galets. Pour se servir de cet outil il suffit de l'enfoncer dans le tube et d'appuyer sur la broche, en la tournant elle entraine les galets qui appuient contre la paroi du tube et l'obligent à s'appliquer contre le pourtour du trou de la plaque de tête.

En résumé, l'emploi de cette grande variété de tubes a été très simplifié. Les tubes fixes pour les chaudières dont la pression dépasse 5 kilogrammes ont été remplacés par les tubes en acier ou en laiton fixés d'après le système Caraman ; des expériences ont prouvé que l'adhérence de ces tubes sur les plaques de tête dépassait 6 000 kilogrammes; ils peuvent donc au besoin et dans une certaine mesure remplacer les tubes tirants. Dans les nouvelles chaudières fonctionnant à des pressions élevées, de 5 à $10^{kg},250$, ces tubes sont généralement employés. On conserve l'ancienne fixation sur les anciennes chaudières, dont les machines ne peuvent fonctionner qu'aux pressions indiquées de 2, 3 à 5 kilogrammes. Ils sont généralement en laiton.

Pour les tubes en acier, raboutés en cuivre rouge, l'usage n'en a pas été continué; ils donnaient lieu à un certain travail de modification qui ne donnait que deux avantages, la facilité de fixation et bonne adhérence ; avec l'inconvénient de la présence du fer et du cuivre.

Pour les tubes mobiles, il n'existe que ceux des chaudières Babillot, Field et Niclausse, dont l'adhérence avec les plaques de tête est obtenue par contact, soit par le dudgeon, soit par serrage à l'aide de griffe.

Tous les autres systèmes de tubes mobiles ont été abandonnés dans les nouvelles constructions.

BOITE A FUMÉE

(Fig. 1.)

D. — Qu'est-ce que la boîte à fumée ?

R. — La boîte à fumée est le compartiment situé en avant des tubes et les mettant en communication avec les conduits de fumée, c'est par cette boîte que l'on ramone les tubes. (Voir fig. 1 et *Chaudières à faces planes et cylindriques.*)

CONDUITS DE FUMÉE

. — *Qu'appelle-t-on conduits de fumée ?*

. — On appelle conduits de fumée une galerie rectangulaire ou alaire qui met en communication la cheminée avec la boîte à ée. (Voir *Chaudières accouplées.*)

Digitized by Google

CHEMINÉES. HAUBANS

D. — Qu'est-ce que la cheminée? (Fig. 18.)

R. — La cheminée est un tube de dimension suffisante, non seulement pour donner passage à tous les produits de la combustion, mais aussi pour faire un appel d'air suffisant sous les grilles du fourneau, pour assurer une bonne combustion.

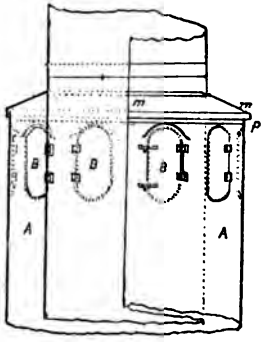


Fig. 18.

La cheminée porte un capot en tôle formé par une ou deux parties et qui doit être mis au mouillage afin d'empêcher la pluie de tomber dedans; ce capot se manœuvre du pied de la cheminée à l'aide d'un secteur denté et d'une vis sans fin.

Les cheminées sont quelquefois à télescope ou à rabattement.

Dans la première disposition elles sont généralement amenées lorsque le navire est au mouillage, leur manœuvre se fait à l'aide de treuils commandés par des vis sans fin avec arbres à manivelles munies d'un levier de retenue. Dans un climat sec, elles sont maintenues guindées afin de servir d'aérateur dans la chambre de chauffe.

D. — A quoi servent les haubans?

R. — Les haubans sont des chaines avec ridoirs servant à consolider la cheminée dans les mouvements du navire. Avoir soin de les mollir au moment de l'allumage à cause de la dilatation de la cheminée.

On emploie quelquefois des palans en filin comme haubans supplémentaires.

COMPARTIMENT RÉSERVÉ A L'EAU

D. — Que comprend le compartiment réservé à l'eau?

R. — Le compartiment réservé à l'eau comprend l'espace compris entre la partie inférieure des cendriers et le fond de la chaudière; les espaces qui existent entre les différents foyers et les faisceaux de tubes; entre les courants de flammes et de fumée et la face intérieure des chaudières; les différents espaces s'appellent lames d'eau. Il se compose en outre de tous les interstices qui existent entre les tubes, et de la couche de 20 à 25 centimètres qui recouvre les boîtes à feu et les tubes.

Digitized by Google

Le volume d'eau est généralement de 30 à 40 litres par force de cheval dans les chaudières à faces planes et cylindriques, il est bien inférieur à ce chiffre dans les chaudières multibulaires.

Organes réservés au compartiment d'eau. — Les organes réservés au compartiment d'eau sont :

1° Les régulateurs d'alimentation et leurs clapets de retenue et leurs tuyautages (fig. 19, 20, 21);

2° Les robinets d'extraction, de surface et de fond, et leurs tuyautages (fig. 22);

3° Les tubes indicateurs du niveau d'eau et leurs montures (fig. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32);

4° Les robinets jauges (fig. 33, vues 1, 2, 3);

5° Le robinet de vidange (fig. 34);

6° Le salinomètre (fig. 35, 36);

7° L'hydrokineter et la barboteuse sur les chaudières type Amirauté (fig. 37, 38, 39).

USAGE DU RÉGULATEUR D'ALIMENTATION

D. — A quoi sert le régulateur d'alimentation?

R. — Le régulateur d'alimentation sert en marche à régler la quantité d'eau qui doit être introduite dans la chaudière pour remplacer celle qui a été dépensée par la vaporisation, par les extractions et enfin par les pertes diverses.

Cette soupape sert aussi de retenue de l'eau dans les chaudières lors d'un arrêt de la machine ou d'une avarie dans le tuyau alimentaire, et au mouillage à faire le plein des chaudières.

D. — De quoi se compose le régulateur alimentaire? (Fig. 19.)

R. — Le régulateur d'alimentation se compose d'une boite en bronze A fixée par une de ses brides B à la façade de la chaudière et par une autre bride B' avec le tuyau de refoulement de la pompe alimentaire, d'une soupape S à cloisons lui servant de guide dans une cage *s*, d'une vis V qui en règle la levée.

Cette vis se visse par l'intérieur du couvercle, une tête *a* l'empêche de se dévisser, de désemparer du couvercle C.

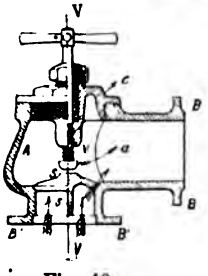


Fig. 19.

D. — Comment reconnaît-on que le régulateur alimentaire fonctionne bien?

R. — On reconnaît que le régulateur alimentaire fonctionne au battement de sa soupape et au toucher, à la température que prendrait la boite alimentaire, si l'eau froide

Digitized by Google

d'alimentation n'y arrivait pas. Quand on fait le plein des chaudières avec de l'eau de mer, son fonctionnement naturel est indiqué par ses battements et par le sifflement de l'air qui sort par les robinets jauges et par ceux du tube de niveau.

MANŒUVRE DU RÉGULATEUR D'ALIMENTATION

D. — Comment manœuvre-t-on le régulateur d'alimentation et quelles précautions doit-on prendre ?

R. — Le régulateur d'alimentation se manœuvre en dévissant graduellement de droite à gauche la vis qui appuie la soupape sur son siège et en ayant soin de s'arrêter aussitôt que l'on sent de la résistance; il faut éviter de casser la vis, ce qui serait une avarie grave qui obligerait de mettre bas les feux de la chaudière en fonction ou de la supprimer; car, après la rupture de la vis, la soupape n'étant plus limitée dans la hauteur de sa course, donnerait un passage trop grand à l'eau pour l'alimentation de la chaudière qui se remplirait, ou bien ce clapet, en quittant son siège, pourrait obstruer son tuyau de refoulement à la chaudière.

Ce n'est que par un tâtonnement et en consultant la hauteur de l'eau dans le tube de niveau que l'on arrive à régler la levée de la soupape. Il existe généralement deux soupapes d'alimentation sur les chaudières, l'une communiquant avec le petit cheval, l'autre avec les pompes alimentaires.

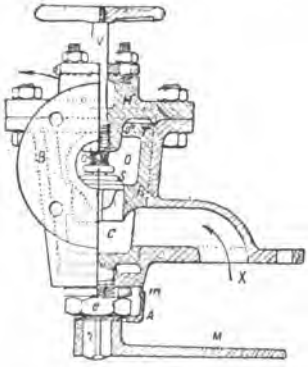


Fig. 20.

NOUVEAU RÉGULATEUR ALIMENTAIRE DE L'USINE D'INDRET

(Fig. 20.)

D. — De quoi se compose ce nouveau régulateur et ses avantages?

R. — Ce régulateur se compose d'un robinet R dont le boisseau est fixé à la chaudière à l'aide d'une bride B et dont le tournant T est creux et ne possède qu'un seul orifice O communiquant avec la chaudière; le fond de ce tournant porte une cloison C servant de siège à la soupape régulatrice S. La partie supérieure est également percée d'un orifice O par lequel on peut sortir la soupape.

Le tournant du robinet se prolonge par une tige filetée *t* et ter-

Digitized by Google

minée par une partie carrée *r* sur laquelle on fixe un écrou E et une rondelle *m* pour faire porter le tournant dans son boisseau; sur la partie carrée de la tige du robinet on fixe une aiguille A indicatrice de l'ouverture, ainsi que sa clef de manœuvre M; l'aiguille correspond à une graduation qui est faite sur le fond du boisseau. La hauteur de la levée de la soupape est réglée par la vis V; l'eau arrive par la tubulure X communiquant avec la pompe alimentaire et pénètre dans la chaudière par l'orifice O. Il faudra donc déjà ouvrir le tournant du robinet et ensuite desserrer la vis V; il y a donc deux moyens de régler la quantité d'eau d'alimentation à introduire. En cas d'avarie, soit de la vis, soit de la soupape, on isolera la chaudière de la pompe alimentaire en fermant le tournant T et on pourra visiter la soupape en enlevant le chapeau H du robinet. Ce nouveau régulateur donne donc un moyen facile de visiter le régulateur alimentaire.

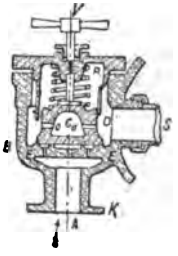


Fig. 21.

SOUPAPE ALIMENTAIRE THORNYCROFT

Cette soupape est fixée sur le réservoir même de vapeur. Le tuyau des pompes alimentaires est fixé sur la bride K, l'arrivée de l'eau se fait par la tubulure A et l'entrée aux chaudières par S.

Le siège E de la soupape C est percé de petits orifices qui sont fermés par la couronne de C. Quand les pompes fonctionnent, C se soulage, les orifices du siège E sont découverts; l'eau passe autour de C, et sépare C de *c* et par les orifices *o*, *o*. Un ressort R facilite la chute de la soupape sur son siège. Dans l'intérieur du réservoir supérieur viennent se visser en S des tubulures qui amènent l'eau d'alimentation à la partie inférieure de ce réservoir. La levée de la soupape C est réglée par la vis V. Le tout est renfermé dans une boite en brouze B.

ROBINET D'EXTRACTION

(Fig. 22.)

D. — De quoi se compose le robinet d'extraction?

R. — Le robinet d'extraction se compose d'un boisseau A à presse-oupe, boulonné à la chaudière par une de ses brides C et par autre bride C' au tuyau d'extraction; d'un tournant T creux avec un ul orifice O, le carré du tournant *a* porte une demi-encoche dirigée ns le sens de l'orifice O. Ce robinet sera donc ouvert ou fermé, lon que la demi-encoche sera dirigée ou non dans le sens du tuyau.

Digitized by Google

D. — A quoi sert le robinet d'extraction?

R. — Le robinet d'extraction sert à régler la quantité d'eau qu doit être extraite de la chaudière afin de contenir la salure constamment au degré réglementaire. Il est admis dans la marine que la salure ne doit pas dépasser 3° du saturomètre et pour obtenir ce degré on extrait le tiers environ de l'eau introduite pour l'alimentation de la chaudière. Il est placé également sur la façade de la chaudière, mais à l'opposé du régulateur d'alimentation afin de ne pas prendre directement l'eau introduite.

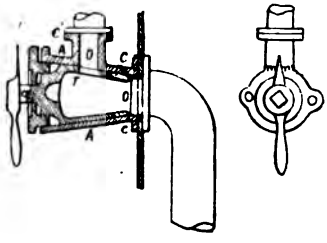


Fig. 22.

Avec l'emploi des condenseurs par surface on a établi un deuxième robinet d'extraction de surface pour enlever les graisses. Ces extractions sont intermittentes et on les opère généralement toutes les douze heures et plus souvent si l'on aperçoit des matières d'un aspect noirâtre dans les tubes de niveau d'eau.

MANŒUVRE DU ROBINET D'EXTRACTION

D. — Quelles précautions faut-il prendre pour faire extraction?

R. — Pour faire extraction, on commence par ouvrir la prise d'eau à la mer, ensuite on desserre le presse-étoupe du robinet d'extraction s'il est dur à manœuvrer, on l'ouvre alors graduellement afin de permettre au tuyau de se dilater progressivement et de modérer les chocs qui se produisent au contact de l'eau chaude et de l'eau froide.

L'extraction finie, on ferme d'abord le robinet d'extraction, puis la prise d'eau.

Si l'extraction doit être intermittente on fait monter le niveau de la chaudière d'une certaine quantité, puis on ferme l'alimentation et on commence l'extraction.

TUBES DE NIVEAU D'EAU

D. — A quoi sert le tube du niveau d'eau?

R. — Le tube de niveau d'eau est en cristal recuit, il sert à indiquer d'une manière permanente la hauteur de l'eau dans la chaudière.

D. — L'indication donnée par le tube est-elle toujours exacte?

R. — Cette indication pourrait être fausse si la communication

Digitized by Google

intérieure du tube avec l'eau de la chaudière était obstruée, et on le reconnaitrait de suite à l'immobilité que garderait l'eau dans le tube, lors même que l'on alimenterait abondamment. Pour faire disparaître ces causes d'erreurs, il faut purger le tube assez fréquemment en ouvrant le robinet de purge inférieur et alternativement les deux robinets de communication avec la chaudière. Cette indication serait également fausse si l'extrémité supérieure en communication avec la vapeur était obstruée, l'eau remplirait alors complètement le tube.

Les indications sont certaines en observant les oscillations dans le tube, c'est le meilleur indice.

Sur les torpilleurs il est très difficile de vérifier le niveau de l'eau par le tube; la vaporisation extrêmement rapide de l'eau de leurs chaudières communique à l'eau des mouvements incessants, rendant difficile la détermination exacte du niveau. Aussi doit-on toujours contrôler ce dernier avec le niveau à la bâche, qui doit rester constant ou avoir une tendance à baisser, à cause des pertes inévitables qui se produisent dans une machine, pertes d'ailleurs compensées largement au moyen de l'eau douce produite par des bouilleurs *ad hoc*.

D. — Quelles sont les différentes dispositions de tubes employées?

R. — Les différentes dispositions employées consistent dans l'emploi d'une simple colonne A (fig. 23), en communication par ses extrémités T*v* et T*e* avec le coffre à vapeur et l'eau de la chaudière. Sur cette colonne sont fixées les tubulures P*v* et P*e* portant les robinets R*v* et R*e* de communication avec les extrémités C et celui de R*p* de purge. Le tube emmanché avec une certaine liberté dans sa monture est rendu étanche à l'aide de deux presse-étoupe *pv* et *pe*, garnis avec des tresses en coton imbibées d'huile.

La position du tube est en général réglée pour que l'eau arrive à son milieu pour un niveau normal.

Sur les chaudières type locomotive la disposition consiste simplement dans les deux tubulures P*v* et P*e* fixées directement sur la chaudière.

Cette disposition exige une concordance parfaite entre les trous d'emboîtage des tubes. Il existe deux tubes par chaudière, l'un à bâbord, l'autre à tribord. La manœuvre se fait du pont ou du bord opposé au tube qui casse et dans la chaufferie.

La première disposition d'Indret consiste (fig. 24) en une colonne A, sur laquelle prennent les montures de deux tubes de niveau, dont l'un T est à gros diamètre et l'autre T′ à petit diamètre. Ces deux tubes sont en communication avec la vapeur et l'eau de la chaudière par l'intermédiaire de la colonne. Ce système offre l'avantage suivant : quand le tube de gros diamètre casse, celui de petit diamètre reste pour indiquer le niveau pendant que l'on met en place un autre tube en remplacement du premier.

Digitized by Google

La deuxième disposition d'Indret (fig. 25) se compose de deux sphères qui, lorsque, le tube vient à se briser, par l'effet du courant,

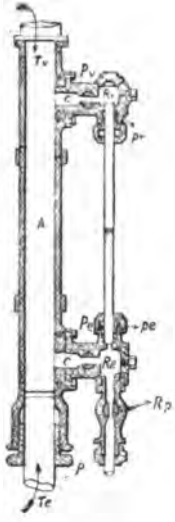


Fig. 23. — Tube ordinaire.

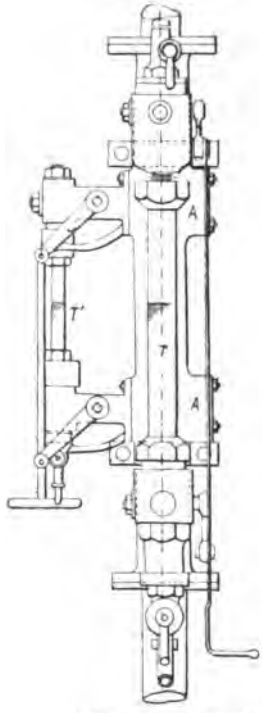


Fig. 24. — Première disposition d'Indret.

viennent fermer les orifices n et n' ; la figure 25 représente exactement l'ensemble de l'appareil.

Dispositions automatiques des tubes. — 1° Les tubes inventés par MM. Le Brun et Cornerais (fig. 26) se composent d'une colonne creuse C en communication avec la vapeur de la chaudière par la tubulure A et avec l'eau par la tubulure D. Au-dessus de cette colonne se trouve rapporté un cylindre K dans lequel se meut un piston p. Ce piston p peut fermer complètement l'orifice i quand il est au bout de sa course. Cet orifice i communique avec le haut du tube de niveau par la tubulure T.

Quand le piston p est en bas, le tube de niveau fonctionne réguliè-

Digitized by Google

rement. Sa tige est reliée aux manettes manœuvrant les robinets des montures de niveau R*v* et R*e*. Le robinet R*v* possède un orifice per-

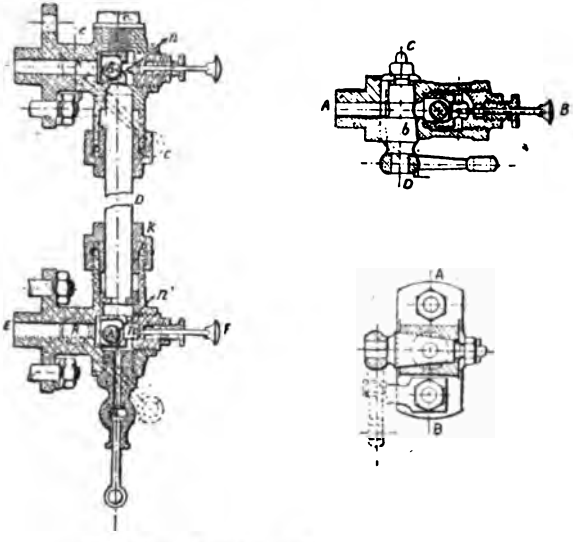


Fig. 25. — Deuxième disposition d'Indret.

pendiculaire à celui de communication du tube avec la vapeur. Quand la communication par le robinet est fermée, cet orifice communique avec le sifflet *s*. Les deux montures M et N sont venues de fonte avec la colonne C.

Fonctionnement de l'appareil. — En marche normale, les deux faces du piston *p* sont soumises à la pression de la vapeur. Si le tube casse, la partie supérieure n'est plus soumise qu'à la pression de la vapeur qui se détend dans l'atmosphère. Par suite de cette différence de pression, le piston *p* va à bout de course, ferme l'orifice *i*, les robinets R*v* et R*e* par sa tige L et envoie ainsi la vapeur au sifflet *s* qui ---ertit ainsi dès la rupture du tube. L'écoulement de la vapeur cesse ssitôt, l'orifice *i* étant fermé par *p*.

Ce système convient surtout pour les hautes pressions, attendu 'une vapeur à très haute température se détend plus vite qu'une ›eur à basse température, par suite, la différence de pression sur piston *p* sera d'autant plus sensible que la pression sera plus ande.

2° Pour faciliter le remplacement d'un tube (fig. 25), Indret a mis

Digitized by Google

une petite bille *a* dans chaque monture que l'on peut appuyer à volonté par une vis F. Cette bille vient boucher les orifices *n*, *n'* quand le tube casse et empêche ainsi l'écoulement de l'eau et de la vapeur.

3° Le système Dupuch (fig. 27) se compose d'une monture R à la partie supérieure communiquant avec la vapeur, et d'une autre mon-

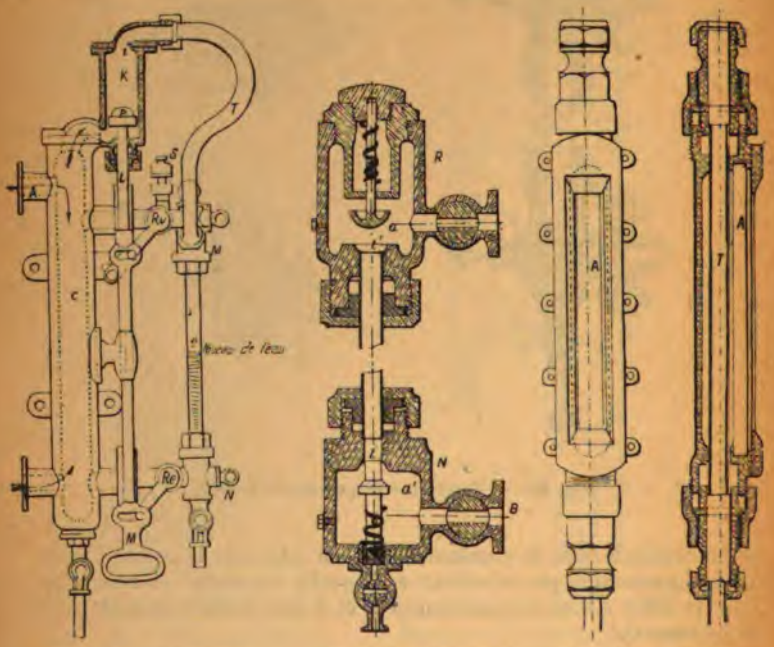


Fig. 26. — Système Le Brun et Cornerais.

Fig. 27. — Système Dupuch.

Fig. 28. — Système Louppe.

ture N' à la partie inférieure communiquant avec l'eau. Dans chaque monture se trouve un clapet *a*, *a'*, maintenu à distance convenable des orifices *i* et *i'* par des ressorts et une goupille. Si le tube casse, la pression agissant sur l'eau fait fermer *i'* par le clapet *a'* et la pression de la vapeur, agissant sur *a*, fait fermer l'orifice *i*.

Ce système, très bon en théorie, laisse beaucoup à désirer en pratique. Les ressorts exigent un soin minutieux et des visites souvent répétées.

TUBES DE NIVEAU POUR TORPILLEURS

Les tubes de niveau pour torpilleurs présentent quelques particula-

Digitized by Google

rités. Ils sont de différents systèmes : 1° Le tube Louppe (fig. 28) se compose d'un tube ordinaire en cristal T renfermé dans une monture en bronze suivant la longueur de laquelle se trouve une glace A permettant d'apercevoir le niveau.

Ce système évite les ruptures dues aux courants d'air et dans le cas de rupture du tube la glace A permet encore de suivre le niveau.

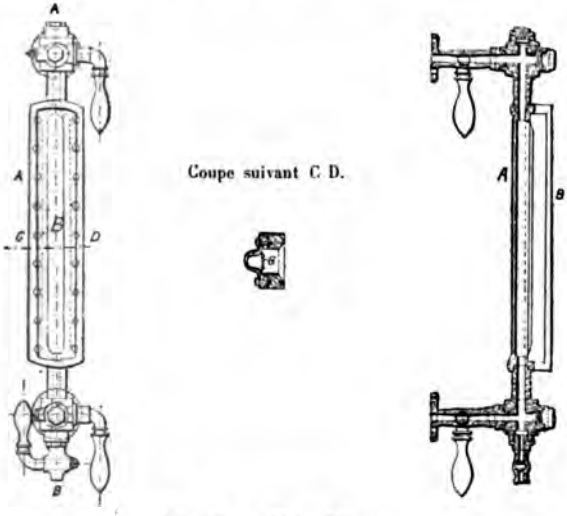


Fig. 29. — Tube Klinger.

2° Le tube Klinger (fig. 29) qui comprend simplement une boîte en bronze A dans laquelle arrive l'eau qui est fermée d'une façon étanche par une glace G striée longitudinalement pour mieux apercevoir le niveau. L'étanchéité de la boîte se fait à l'aide du cadre B avec joint sur la monture A.

3° Les tubes Tornycroft (fig. 30) diffèrent surtout des tubes Louppe, par la glace qui est remplacée dans ce système, par deux feuilles de mica M.

Cette disposition est désavantageuse parce que le mica s'effrite, se dédouble et par suite devient non transparent.

4° Les tubes employés sur les chaudières Dutemple spécialement, sur la chaudière du *Spanker*, torpilleur anglais, par exemple (fig. 31) diffèrent des tubes de niveau ordinaires par une disposition ingénieuse les abritant contre les courants d'air. Cette disposition consiste en deux glaces à angle droit G, G', pouvant tourner autour du tube. Voir la figure 31, vue 4. Une autre particularité est à signaler

Digitized by Google

pour les robinets de communication des niveaux montés sur les chaudières du *Spanker*. Au lieu d'être serrés par un écrou ordinaire à l'extérieur, les tournants de ces robinets sont fixés par un presse-étoupe à écrou, garni d'amiante, et l'étanchéité est assurée par quatre lamelles de cette matière enchâssée dans quatre rainures longitudinales pratiquées sur le pourtour du tournant.

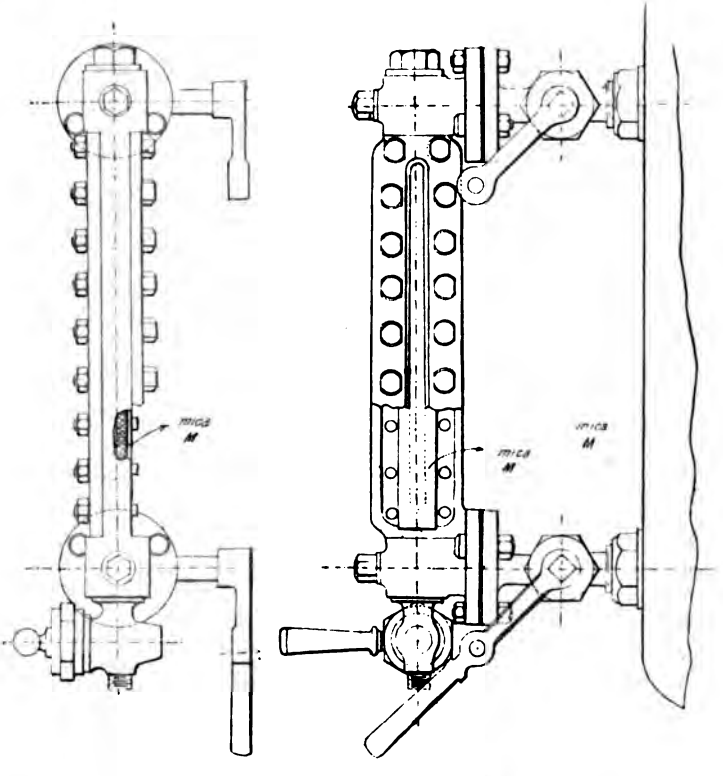


Fig. 30. — Tube Thornycroft.

Lorsque le frottement des robinets est réglé à chaud par le serrage du presse-étoupe écrou, ce dernier est maintenu à poste par un frein qui empêche le desserrage, et maintient un frottement doux et une étanchéité parfaite quelle que soit la température du métal.

Ce système de robinetterie, généralisée dans la marine anglaise, est certainement préférable au nôtre, où bien souvent la facilité de

Digitized by Google

manœuvre des robinets n'est acquise qu'au détriment de l'étanchéité et de la solidité de ces organes.

La disposition employée sur les premiers torpilleurs se compose seu-

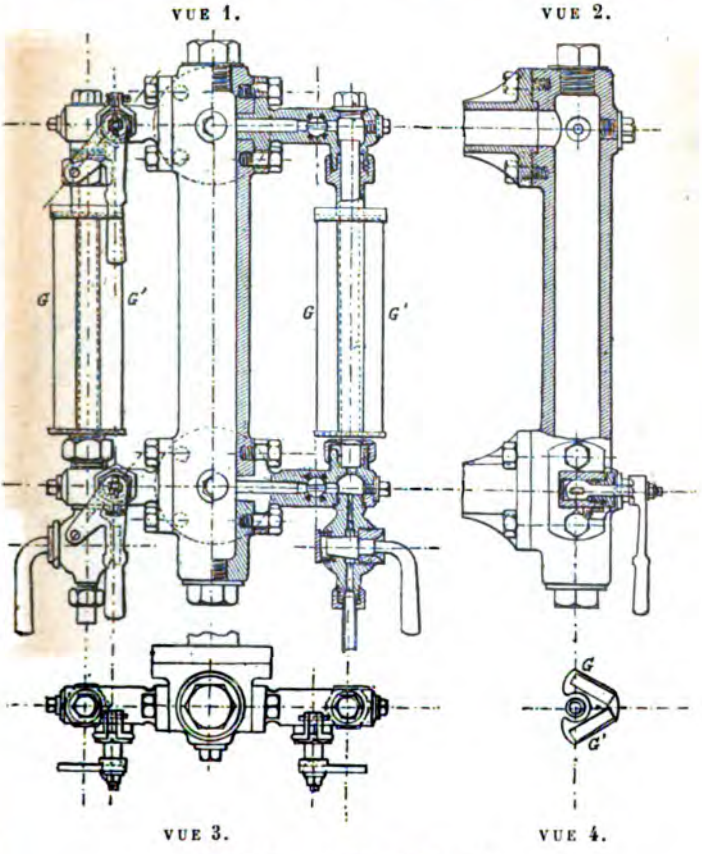


Fig. 31. — Système Dutemple.

ıent d'un tube ordinaire dont la monture est directement fixée sur 'ace de la chaudière, le mode de fermeture des robinets, en cas de ɔture des tubes, se ferme : 1° du pont; 2° du côté opposé de la ıufferie où est placé le tube. Si c'est le tube de droite qui casse, le ferme du côté gauche de la chaufferie, si c'est au contraire le ɔe de gauche, on le ferme du côté droit de la chaufferie (fig. 32).

Digitized by Google

ROBINETS JAUGES. USAGE

(Fig. 33.)

D. — A quoi servent les robinets jauges?

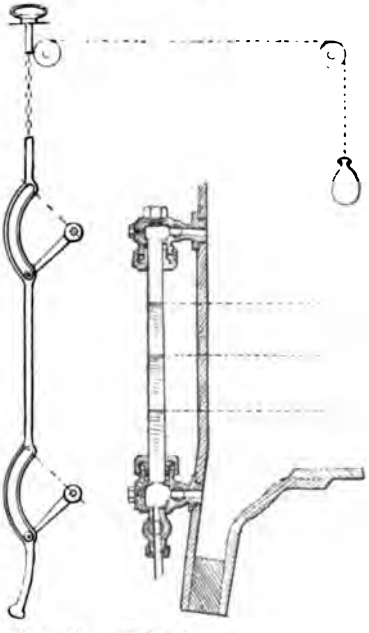


Fig. 32. — Tube des torpilleurs, ancienne chaudière locomotive.

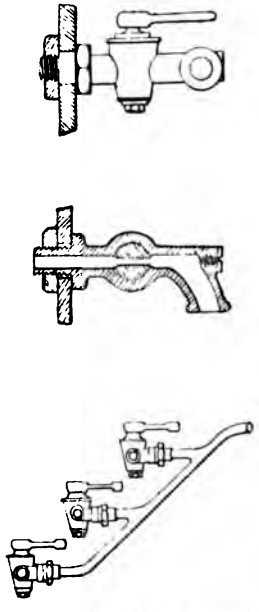


Fig. 33. — Robinets jauges.

R. — Les robinets jauges servent à faire connaître le niveau, lorsque le tube de niveau est cassé ou ne fonctionne plus.

D. — Comment sont placés ces robinets?

R. — Ces robinets sont placés sur la façade de la chaudière, de manière que le robinet supérieur donne de la vapeur, le robinet du milieu de la vapeur mélangée d'eau et le robinet inférieur de l'eau.

Dans le cas où l'un de ces robinets viendrait à se boucher, il suffit d'enlever la petite vis qui est placée en avant du robinet et de passer un fil de fer dans l'orifice.

Il est utile, et prudent, de contrôler de temps en temps le niveau avec les robinets jauges.

Digitized by Google

ROBINET DE VIDANGE

(Fig. 34.)

D. — De quoi se compose le robinet de vidange?

R. — Le robinet de vidange se compose d'un boisseau A muni d'un presse-étoupe, boulonné à la partie inférieure et arrière de la chaudière, et d'un tournant T sur lequel est fixée une clef de manœuvre. Sur la partie carrée du tournant se trouve une encoche dans le sens de l'orifice. Ce robinet sera donc ouvert selon que l'encoche sera verticale ou fermé selon qu'elle sera horizontale.

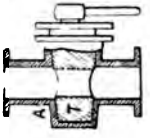


Fig. 34.

Il est placé à la partie avant de la chaudière parce que les matières étrangères à expulser y sont généralement déposées et qu'il est plus à portée de la main.

D. — A quoi sert le robinet de vidange?

R. — Le robinet de vidange sert au mouillage, à vider dans la cale l'eau complètement refroidie des chaudières qui était restée après les extractions. Pour éviter cet inconvénient de vidange dans la cale, sur certains bâtiments de nouvelle construction, où on a établi un tuyau collecteur reliant tous les robinets, on y fait aspirer un petit cheval qui refoule à la mer.

SALINOMÈTRE

(Fig. 35 et 36.)

D. — Qu'est-ce que le salinomètre?

R. — Le salinomètre est un instrument qui sert à indiquer le degré de salure de l'eau des chaudières. L'instrument proprement dit se compose d'une tige cylindrique creuse terminée par un cône lesté qui lui sert de flotteur, et le maintient verticalement dans l'eau. Le tout est en maillechort.

Les éprouvettes dans lesquelles les salinomètres étaient plongés pour accuser le degré de concentration, présentaient généralement ce défaut que le niveau de l'eau n'était pas stable. M. Bienaymé a trouvé une éprouvette très simple, évitant ce défaut de stabilité.

Un cylindre unique A, portant à sa partie inférieure une cuvette C, est en communication avec la chaudière à l'aide d'un tuyau en cuivre rouge, muni sur son parcours d'un robinet obturateur. Ce tuyau est prolongé à l'intérieur du cylindre A par un bout *a*, d'abord arrondi

Digitized by Google

puis recourbé horizontalement. L'eau de la chaudière débouchant par le tube *a* tourbillonne dans le bas de l'éprouvette, ces tourbillonnements absorbent la force vive de l'eau et quand l'éprouvette est pleine, il n'existe presque pas de tourbillonnements dans la partie supérieure. Le salinomètre étant placé dans l'éprouvette, on lit la graduation qui correspond au niveau de l'eau qui se déverse par le bord supérieur. De la cuvette C l'eau est rejetée à la cale par un tuyau qui vient se raccorder en *p*.

Le salinomètre prend quelquefois un mouvement de rotation sur

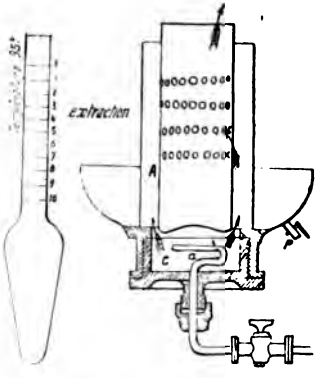


Fig. 35. — Système ordinaire Bienaymé.

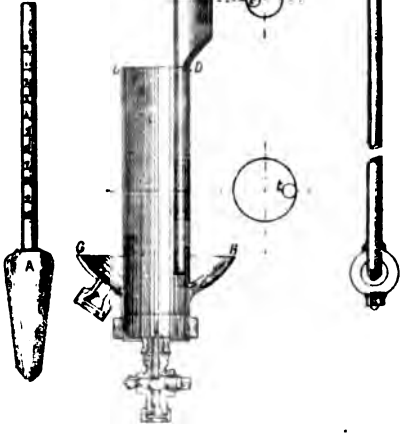


Fig. 36. — Système Lambinet.

l'axe de son cylindre qui empêche de lire la graduation; on y remédie en arrêtant le salinomètre et en fermant un peu le robinet d'arrivée d'eau. Il conviendrait d'ailleurs que le tuyau fût très long; en forme de serpentin par exemple, on ne doit pas le recouvrir d'une matière isolante afin de permettre à la vapeur que contient l'eau de se condenser en grande partie avant son arrivée dans l'éprouvette.

Si le salinomètre éprouve des soubresauts résultant du dégagement de la vapeur, on peut y remédier en faisant déboucher le tuyau de l'eau dans un entonnoir E ouvert à l'air libre dans lequel la vapeur pourra se dégager facilement; l'eau seule arrivera par suite à l'éprouvette et le salinomètre aura une stabilité suffisante.

Digitized by Google

M. Lambinet (fig. 36) rend l'opération commode de la façon suivante. L'eau de la chaudière tombe sur une paroi inclinée D du tube, de sorte qu'elle rejaillit et frotte contre les parois de ce tube avant d'arriver au fond de l'éprouvette et de remonter ensuite jusqu'à la partie supérieure, où celle qui est en excès se déverse pour être recueillie dans une cuvette C et tomber ensuite à la cale par le tuyau *p*.

On fait la lecture aussitôt que possible afin que la température de l'eau n'ait pas le temps de descendre au-dessous de 95°, ce qui fausserait l'observation en rendant l'eau plus dense et ferait indiquer à l'appareil une saturation plus grande que la réalité.

Graduation du salinomètre. — Le salinomètre est un aréomètre à poids constant gradué de la façon suivante.

Lorsqu'il est plongé dans de l'eau pure à une température de 95° qui est à peu près celle que prend l'eau quelques instants après sa sortie de la chaudière, lorsqu'elle cesse de bouillir et qu'elle est assez tranquille pour permettre les observations, l'appareil est lesté de façon que la tige s'enfonce jusqu'à quelques millimètres du bout, et on marque 0 au point d'affleurement. Lorsqu'on le plonge dans l'eau à 95° contenant dix fois plus de sel que l'eau de mer ordinaire, soit 350 grammes par kilogramme, ou, ce qui revient au même, dans un kilogramme d'eau produit par la concentration de 10 kilogrammes d'eau de mer (si l'opération était possible sans qu'il se déposât de sel), la tige monte jusqu'à un point où l'on marque 10, et on divise en 10 parties égales la partie comprise entre 0 et 10. Chaque division correspond à ce qu'on appelle un degré de saturation, il est clair que plus l'eau sera chargée de sels, plus elle sera dense et moins le salinomètre s'y enfoncera. On a trouvé, pour que les dépôts ne soient pas trop abondants, qu'on devait se tenir entre 2°,5 et 3°. Trois degrés est le maximum de salure adopté dans la marine.

HYDROKINETER, BARBOTEUSES ET TURBINES DE BRASSAGE DE L'EAU DES CHAUDIÈRES

(Fig. 37, 38, 39.)

Sur les chaudières type Amirauté et les chaudières cylindriques à haute pression type Isly, on emploie de petits appareils appelés barboteuses pour établir une circulation active dans l'eau des chaudières. Avant l'emploi de ces barboteuses, on a employé l'hydrokineter (fig. 37). Cet appareil était placé à la partie basse des chaudières à pression élevée, et avait pour but de brasser l'eau des couches infé-

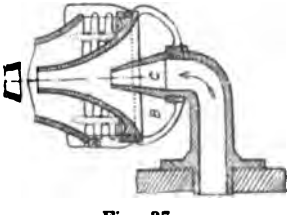


Fig. 37.

Digitized by Google

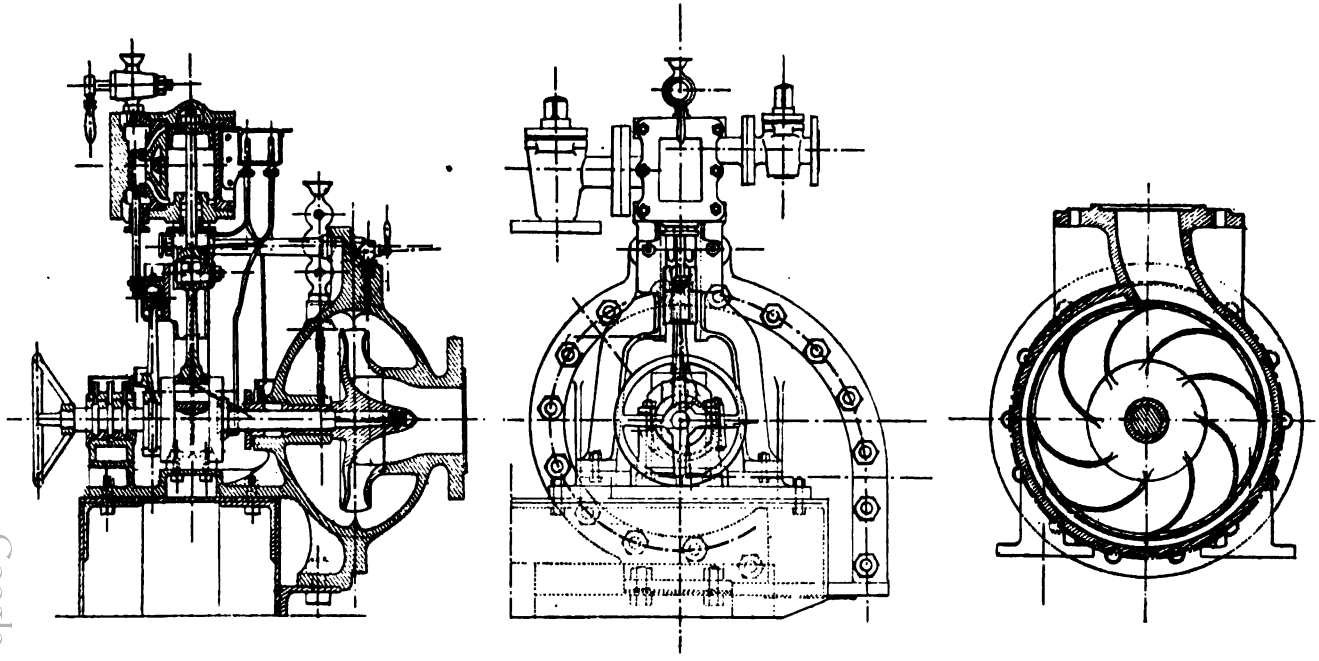
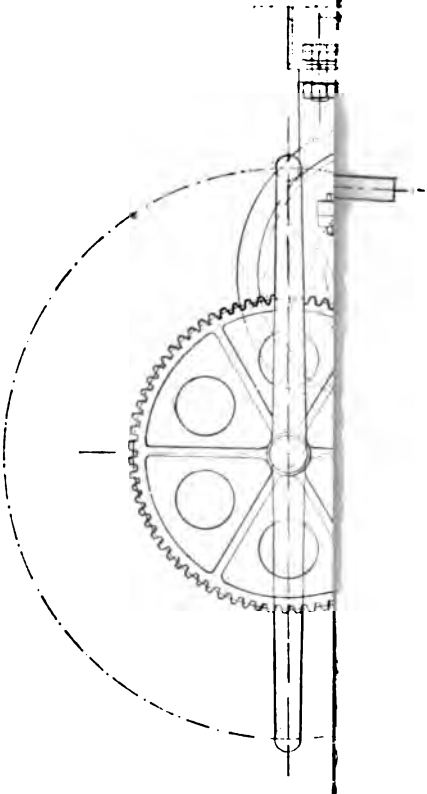


Fig. 38.

Digitized by Google

Digitized by Google



Page 31.

Digitized by Google

rieures de façon à augmenter la température. On évitait ainsi les trop grandes différences de température entre le haut et le bas des chaudières et par suite on égalisait les dilatations des tôles constituant l'enveloppe.

L'hydrokineter se compose d'un éjecteur à cônes multiples en bronze.

La vapeur arrive par le cône C et l'eau par la couronne annulaire B et les orifices D. La vapeur se prend à la partie supérieure du coffre et son tuyau est muni d'une soupape que l'on ouvre au moment de l'allumage. L'air chaud qui passe dans le cône central C avant la mise en pression, commence à mettre en mouvement les couches inférieures.

Le système des barboteuses est plus énergique et plus actif (fig. 38 et 39).

Ces barboteuses sont de petites turbines au nombre de une ou deux par chaudière généralement. Ces turbines aspirent l'eau au-dessus des foyers des chaudières et la refoulent à la partie basse. Elles sont mues, l'une à l'aide d'un petit moteur à vapeur, et l'autre à la main. Cette dernière sert pour l'allumage et dès la formation de vapeur, à une pression suffisante, on fait seulement marcher l'autre. Si une chaudière est déjà allumée, le tuyautage permet généralement d'actionner dès le début la turbine à vapeur des autres chaudières.

Cette circulation d'eau est très importante. Ainsi, sur les chaudières de l'*Epervier*, ne possédant ni hydrokineter, ni barboteuse ou turbine, on a constaté que les longueurs des deux génératrices haut et bas diffèrent de 9 millimètres et que des fuites se produisent dans la partie basse de l'enveloppe. Sur le *Hoche* cette différence de dilatation était plus accentuée et la fatigue inférieure des viroles était très apparente, donnant lieu à des fuites que l'on a aveuglées à l'aide de convre-joints.

COMPARTIMENT RÉSERVÉ A LA VAPEUR

D. — Quels sont les organes nécessaires au compartiment réservé à la vapeur?

R. — Les organes nécessaires au compartiment réservé à la vapeur sont :

1° Le manomètre (fig. 40);
2° La soupape de sûreté (fig. 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48);
3° La soupape d'arrêt (fig. 49, 50);
4° La soupape de communication (fig. 51);
5° La soupape atmosphérique (fig. 52);
6° La soupape avertisseuse (fig. 53);
7° La soupape d'équilibre de pression entre deux corps de chaudières (fig. 54, 55);

Digitized by Google

8° Le peet valve (fig. 56, 57, 58);
9° La soupape d'évacuation au condenseur (fig. 59);
10° Le sifflet (fig. 60, 61);
11° Le sécheur (fig. 62).

MANOMÈTRES

(Fig. 40.)

D. — Qu'est-ce que le manomètre? à quoi sert-il?

R. — Le manomètre est un instrument qui sert à indiquer à l'aide d'une aiguille A sur un cadran gradué C la pression qui existe dans la chaudière d'une façon permanente.

On appelle pression la force expansive de la vapeur. On l'exprime soit en centimètres d'eau, soit en centimètres de mercure, soit enfin en kilogrammes par centimètre carré de surface.

On sait qu'une atmosphère est une pression faisant équilibre à $10^m,33$ d'eau sur une section de 1 centimètre carré; ou encore l'on dit qu'une atmosphère vaut $1^{kg},033$, poids de $10^m,33$ d'eau, d'une section de 1 centimètre ou de 76 centimètres cubes de mercure.

En pratique au lieu de compter les pressions en centimètres d'eau on les compte en atmosphères, on obtient ainsi des nombres moins grands et desquels on saisit mieux la valeur. On agit de même quand on rapporte les pressions en centimètres de mercure.

Aujourd'hui on ne compte plus les pressions qu'en kilogrammes par centimètre carré.

Ce moyen est infiniment plus simple que la pression en atmosphères, et donne de suite la valeur en kilogrammes que supporte un récipient rempli de vapeur.

Correspondance des divers modes d'évaluation des pressions. — Soit Pa la pression en atmosphères, Pm la pression en centimètres de mercure, Pk la pression en centimètres d'eau.

On a :
$$Pa = \frac{Pm}{76}; \quad Pa = \frac{Pk}{1033};$$
$$Pm = Pa \times 76,$$
d'où :
$$Pm = \frac{Pk}{1,033} \times 76.$$
$$Pk = \frac{Pm}{76} \times 1,033.$$

On distingue deux sortes de pressions : la pression absolue et la pression effective.

La pression absolue est celle qui mesure en entier la force expansive de la vapeur.

Digitized by Google

La pression effective est celle qui indique la tension réellement supportée par les parois, elle est donc égale à la pression absolue moins la pression du gaz qui entoure le récipient contenant la vapeur.

Pour les chaudières la pression effective est donc égale à la pression absolue de la vapeur diminuée de la pression atmosphérique existante au moment de l'évaluation.

Les manomètres des machines de la marine ne donnent aujourd'hui que des pressions effectives.

Les indicateurs de vide sont graduées en centimètres de mercure et donnent le vide effectif, c'est-à-dire la différence entre la valeur de la pression atmosphérique du moment et la pression absolue au condenseur.

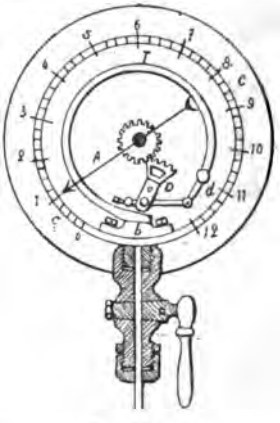


Fig. 40.

D. — Quelle est la construction de cet instrument et comment indique-t-il la pression à la chaudière?

R. — Le manomètre se compose d'un tube creux en cuivre jaune T, aplati et enroulé en forme de cercle, fermé à l'une de ses extrémités *a* et communiquant par l'autre avec le coffre à vapeur de la chaudière.

L'extrémité fermée porte une petite bielle articulée à un secteur denté D, lequel s'engrène avec un pignon qui est fixé sur l'axe de l'aiguille indicatrice. Sous l'effet de la pression intérieure le tube se déroule et à l'aide de la bielle et du secteur, transmet son mouvement à l'aiguille qui se déplace sur un cadran gradué en kilogrammes.

Un trait rouge indique la tension maximum qu'on ne doit pas dépasser.

D.— Comment peut-on vérifier par les moyens du bord la graduation d'un manomètre?

R. — On peut vérifier la graduation d'un manomètre en le mettant en communication avec un récipient d'eau et dans lequel on ferait arriver le refoulement de la pompe de compression du scaphandre, ı notant exactement les pressions exercées par l'eau dans le tube du ıanomètre étalon et en les comparant aux pressions indiquées par le ıanomètre à rectifier. Une rainure pratiquée dans le secteur permet e déplacer le centre d'articulation de la bielle et de régler ainsi les mplitudes des mouvements de l'aiguille pour des pressions données. ans les arsenaux on les règle à l'aide d'un manomètre étalon qui est ui-même contrôlé par une soupape de sûreté.

Digitized by Google

SOUPAPE DE SURETÉ

(Fig. 41.)

D. — A quoi sert la soupape de sûreté?

R. — La soupape de sûreté sert à laisser échapper à l'air libre la vapeur en excès dans la chaudière de façon à ne pas laisser monter la pression au-dessus de celle de régime. Cette pression est de 2ks,400 pour les chaudières à faces planes renforcées, ce qui correspond à 2ks,400 par centimètre carré; elle est de 4 à 6 kilogrammes pour les chaudières cylindriques et de 9 à 17 kilogrammes pour les chaudières multitubulaires.

Conditions auxquelles doit satisfaire une soupape de sûreté. — 1° Elle doit fonctionner librement et exactement à la pression prévue, tout en étant assez bien ajustée pour ne pas laisser fuir la vapeur avant que celle-ci n'ait atteint la pression de régime.

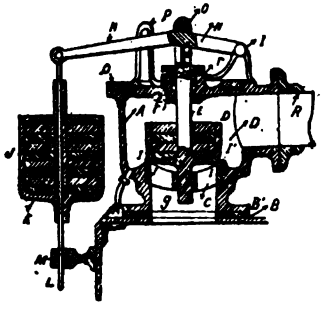


Fig. 41.

Les portages doivent être soigneusement travaillés à la forme plane ou conique choisie.

2° La soupape et son siège doivent être très rigides de façon à ne pas se voiler ou se déformer sous l'action de la pression et de la température.

3° Les leviers, ressorts ou mécanismes pressant la soupape doivent agir exactement suivant son axe et bien normalement.

4° Les portages doivent être peu développés (1/30 du diamètre) et ne pas dépasser 2 millimètres, qui est une quantité maximum.

5° La soupape doit être protégée de façon que les corps étrangers ne puissent s'interposer entre elle et le siège.

6° Elle doit être tarée, guidée et chargée de façon à retomber exactement sur son siège dès que la pression est revenue à sa valeur normale.

La disposition des anciennes soupapes de sûreté réglementaires est représentée figures 41 et 42. A est une boîte en fonte qui se fixe sur le haut de la chaudière par la bride A' B'. La tôle est ordinairement renforcée autour de l'orifice par une rondelle rivée B qui se fixe sur le dessus de la chaudière. Dans cette boîte est encastré un siège en bronze G, ayant une portée conique qui reçoit la soupape en bronze D et est

Digitized by Google

consolidée par un croisillon formant une douille centrale. La soupape est surmontée d'un cylindre creux qui l'empêche de se voiler et dans lequel on met des rondelles de plomb de façon à l'appliquer le mieux possible sur son siège. Elle peut se mouvoir verticalement, guidée par une tige E passant dans un presse-étoupe F du couvercle et par une contre-tige G qui traverse la douille venue de fonte avec le siège. Elle peut se lever doucement. Les deux tiges E et G sont venues de fonte avec la soupape. La tige E présente à sa partie supérieure une fourche dans laquelle glisse le levier H mobile autour de la charnière I portée par le couvercle. A l'extrémité de ce levier pèse un contrepoids J formé d'une cuvette en fonte K remplie de rondelles de plomb et traversé par une tringle L guidée par la douille M fixée à la chaudière.

Tout l'ensemble vient presser sur la soupape par l'intermédiaire d'une touche ou olive N en acier, remplacée quelquefois par un couteau ou pointeau appuyant sur un grain en acier encastré dans la tige. La fourche est fermée par un galet O contre lequel butte le dos du levier. Pour que celui-ci soit parfaitement guidé, deux plaques verticales P entre lesquelles il glisse sont venues de fonte avec Q. Enfin un tuyau R de diamètre convenable, part de la boite et se prolonge en dehors en montant généralement le long de la cheminée pour évacuer la vapeur qui s'échappe par les soupapes. On dispose des purges pour que l'eau qui s'accumulerait dans la boite et les tuyaux d'échappement puisse s'évacuer dans un récipient ou à la cale. On voit que la soupape de sûreté tend à être décollée par la pression absolue de la vapeur s'exerçant à sa face intérieure, sur la partie i du cône. Quand la soupape est soulevée c'est sur la grande base i' qu'agit la poussée P ; il faut donc une tension P′ plus grande pour commencer à soulager la soupape que pour la maintenir soulagée. (D'après de récentes dépêches ministérielles, P′ ne doit pas dépasser de plus de 1/20 la pression de régime.) Cette limite est un peu étroite, en outre, la soupape ne peut retomber sur son siège que lorsque la pression de la vapeur est notablement inférieure à la pression de régime, si le portage est supérieur à 1/30 du diamètre. Puisqu'en effet, ce sont les mêmes forces qui tendent à fermer la soupape, la poussée de la vapeur doit être la même dans les deux cas, ou en appelant d le petit diamètre et d' le grand diamètre. Considérons, dans les deux cas, la soupape en équilibre.

On a :
$$\frac{\pi d^2 P}{4} = \frac{\pi d'^2 P'}{4},$$

u
$$\frac{P}{P'} = \frac{d'^2}{d^2} = 1{,}17 \text{ avec les anciennes.}$$

Ou
$$P' = \frac{P}{1{,}17} = 0{,}85\ P \text{ avec les nouvelles.}$$

Donc, pour que la soupape soit prête à retomber sur son siège, il aut que la pression ne soit plus que les 0,85 de celle de régime.

Digitized by Google

Pour que la soupape se lève doucement, on a coudé le levier H, de sorte que le bras de levier du contrepoids augmente de plus en plus et rend ainsi de plus en plus puissant l'effet du contrepoids.

La soupape de sûreté doit s'élever au moins du quart de son diamètre intérieur, attendu que la surface latérale de la couronne ainsi

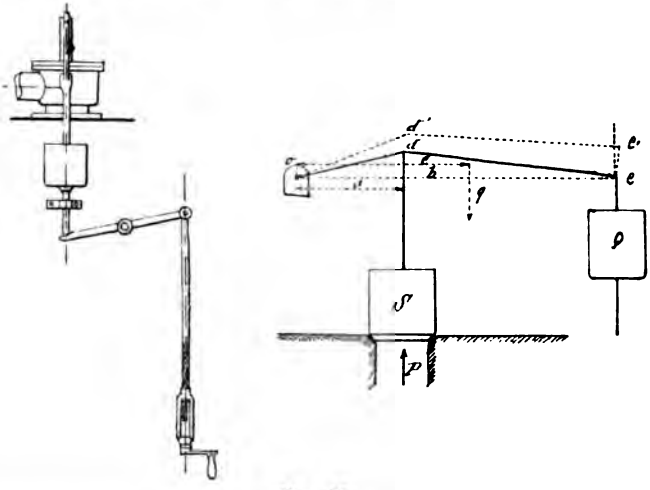


Fig. 42.

formée est juste égale à la surface de l'orifice d'arrivée de vapeur. En pratique, la levée est le tiers du diamètre intérieur de la soupape.

La formule généralement employée pour calculer le diamètre intérieur d'une soupape est $d = 2{,}6\sqrt{\frac{S}{n - 0{,}412}}$.

S étant la surface de chauffe en mètres carrés, n la pression en atmosphères, d est obtenu en centimètres.

Charge des soupapes de sûreté (fig. 42). — Dans le système décrit plus haut, nous trouvons une application du levier du troisième genre. Pour que le système soit en équilibre, il faut que le moment de la puissance soit égal à la somme des moments des résistances, pris par rapport au point d'oscillation.

La puissance est la pression exercée par la vapeur, sur la surface de la soupape correspondant au petit diamètre d.

Si donc P^k est la pression en kilogrammes par centimètre carré, l'effort qui tendra à faire soulager la soupape sera $\frac{\pi d^2}{4} \times P$. Il faut

Digitized by Google

augmenter cette quantité de 1/20 d'après ce qui a été dit plus haut.

On aura : $\frac{\pi d^2}{4} \times P \times \frac{21}{20}$, et son moment sera : $\frac{\pi d^2}{4} \times P \times \frac{21}{20} \times a$ (a étant le bras de levier).

Les forces qui s'opposent à la levée de la soupape sont :

1° Le poids de la soupape ainsi que celui de la charge directe que nous désignerons par S et dont le moment est $S \times a$;

2° Le poids du levier q dont le moment est $q \times c$ (c étant le bras de levier du centre de gravité) ;

3° Le contrepoids φ dont le moment est $\varphi \times b$ (b étant son bras de levier).

Nous pourrons écrire que :

$$\frac{\pi d^2}{4} \times P \times \frac{21}{20} \times a = S \times a + q \times c + \varphi \times b;$$

d'où :

$$\varphi = \frac{\frac{\pi d^2}{4} \times P \times \frac{21}{20} \times a - S \times a - q \times c}{b}.$$

Il faut déduire de φ le poids de la cloche en bronze pour trouver le poids à y mettre.

L'action du levier se détermine en mesurant son poids q et en marquant son centre de gravité y, ce point y s'obtient en maintenant le levier en équilibre sur un couteau et marquant le point d'intersection de la trace du plan vertical passant par le couteau et la trace du plan médian du levier. Le bras de levier b du contrepoids est généralement égal à 4 fois le bras de levier a de la soupape.

Vérification de la charge. — Une fois la soupape chargée, on peut vérifier si elle se soulève bien à la pression effective voulue. Il suffit pour cela de déterminer pratiquement, à l'aide d'une romaine ou d'un peson, quel est l'effort vertical qui est nécessaire pour décoller la soupape.

Pour déterminer cet effort, on peut agir soit sur la tige, soit à l'extrémité du levier, il n'y a, dans ce cas, qu'à tenir compte des bras de levier.

Supposons qu'on agisse directement sur la tige, on croche le croc d'une romaine, à l'aide d'un toron, à la partie supérieure de la tige, on agit sur le deuxième à l'aide d'un palan, convenablement disposé de façon à ce que la soupape se soulève. Le levier de la romaine est forcément pas horizontal, on fait alors courir le poids curseur jusqu'à ce qu'il le devienne et on note le poids correspondant.

Ce poids représente bien la valeur de l'effort qu'il faut exercer pour soulager la soupape, il est égal et directement opposé à celui de la pression de la vapeur sur la surface de la soupape.

Digitized by Google

Donc, si d est le petit diamètre, on peut écrire $\frac{\pi d^2}{4} \times x = P^k$ effort accusé par la romaine (x distance du centre de la soupape au centre d'oscillation).

Et, si en déterminant x, on trouve que sa valeur est égale à celle de la pression effective pour laquelle elle est chargée, on en conclut que la charge est exacte.

Ce procédé est employé en pratique pour charger les soupapes.

Le contrepoids et le levier forment la charge indirecte de la soupape.

Le poids de la soupape et les rondelles de plomb de sa boîte constituent la charge directe.

Soupapes chargées directement par des ressorts. — Pour les chaudières à haute pression, il a fallu songer à charger d'autre façon les soupapes, les contrepoids devenant trop lourds et trop encombrants. On charge donc actuellement directement les soupapes au moyen de ressorts.

Dans ce cas on calcule l'effort $P = \frac{\pi d^2}{4} \times P^k \times \frac{21}{20}$ qui tend à soulever la soupape. Ceci fait, on place le ressort sur une surface plane et on note exactement sa hauteur à l'aide d'une équerre. On prépare ensuite des poids dont la somme est égale à l'effort que l'on a calculé et on les place sur le ressort. Le ressort fléchit et on mesure alors la différence avec la hauteur primitive, différence qui donne exactement la flexion que doit avoir le ressort pour exercer l'effort voulu.

On essaie aussi les ressorts à la traction, on doit obtenir la même différence, sinon on lime sur les spires jusqu'à ce que le ressort travaille autant à la traction qu'à la compression.

La compression du ressort se fait généralement à l'aide d'une vis, il est alors facile, connaissant le pas de la vis, de déterminer le nombre de tours voulus pour donner au ressort le bandage voulu.

Le nombre de spires ou le nombre de lames qui constituent un ressort n'influe pas sur la tension à laquelle fonctionnent les ressorts, mais sur la quantité dont se soulève la soupape.

Supposons qu'à une pression de 4 atmosphères une soupape chargée par un ressort formé de 3 spires complètes, se soulève de 5 millimètres. Si on le remplace par un autre de 9 spires complètes et qu'on le charge également à 4 atmosphères, la soupape se soulagera de $3 \times 5 = 15$ millimètres.

On peut donc conclure que la flexion est proportionnelle au nombre de spires ou de lames et écrire : $\frac{3}{5} = \frac{9}{x}$ d'où $x = \frac{5 \times 9}{3} = 15$ millimètres.

D. — Quelles précautions prend-on pour l'ouverture de la soupape de sûreté ?

R. — Cette soupape doit être ouverte lentement de façon à ne lais-

Digitized by Google

ser échapper que la quantité de vapeur qui était dépensée par la machine ; car si on l'ouvrait brusquement, il se produirait une

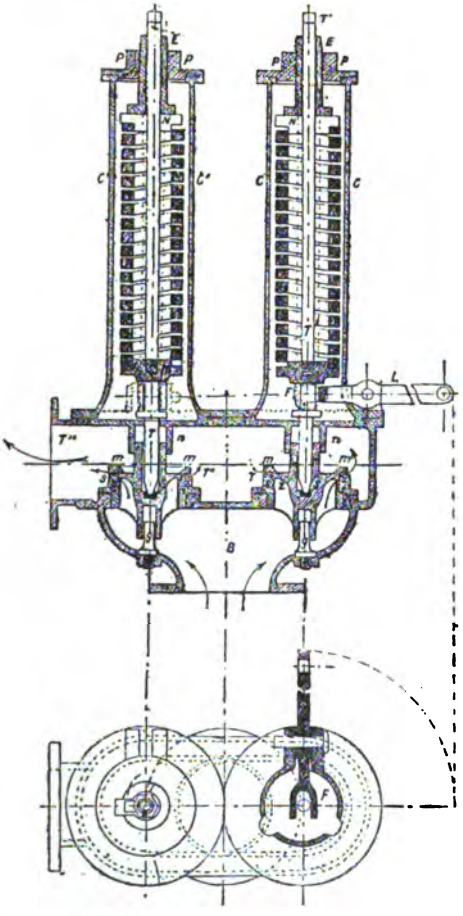


Fig. 43. — Soupape type d'Indret.

épression subite dans toute la chaudière et principalement dans la artie du coffre à vapeur avoisinant la soupape de sûreté. De cette épression il en résulterait donc que les bulles de vapeur qui se forent au contact des surfaces de chauffe, et qui s'élèvent lentement, à la pression de régime, en traversant la masse d'eau pour arriver à

Digitized by Google

sa partie supérieure et remplacer dans le coffre à vapeur la vapeur qui est évacuée, ne trouvant plus l'obstacle qui retardait leur mouvement monteraient alors avec une grande rapidité, et entraînant avec elles une partie de l'eau qu'elles traversent, il y aurait trombe d'eau.

On peut considérer l'ensemble de la masse d'eau contenue dans une chaudière connue divisée en une infinité de petits cylindres ayant pour base les bulles de vapeur qui se forment au contact de la surface de chauffe, et comparer ces cylindres en autant de petits cylindres formés par des ressorts à boudins et comprimés par un poids égal à la pression dans la chaudière avant l'ouverture de la soupape de la chaudière. Si une dépression se déclare brusquement, les ressorts se détendent instantanément et entraînent l'eau avec la vitesse de leur extension.

DIVERS TYPES DE SOUPAPES DE SURETÉ

En dehors du type réglementaire d'Indret que nous avons précédemment décrit, il existe plusieurs variétés de soupapes de sûreté.

La nouvelle soupape de sûreté d'Indret se compose de (fig. 43) une boîte en acier ou en bronze B, dans laquelle arrive la vapeur par B, et s'écoule par T″ où vient s'ajuster le tuyau d'échappement; de deux clapets en bronze S, à portage plan *s*, sur des sièges *z*. Chaque clapet possède une tige et une contre-tige creuses. Dans la contre-tige s'engage une partie cylindrique servant de guide, *g*; dans la tige est un grain en acier *a*, sur lequel appuie une tige T. Cette tige T porte un œil où s'articule un levier L terminé par une fourche F. Cette tige se termine par une embase M. Le clapet S est encore guidé par les nervures *n* qui sont venues de fonte avec le couvercle. Sur l'embase M s'appuie le ressort et vient se visser la tige T'. Cette tige T' passe au travers d'une rondelle N qui appuie sur la partie supérieure du ressort et d'un écrou E. Cet écrou E se visse dans un couvercle P fermant une colonne *c'* qui protège les ressorts. Cette colonne *c'* porte deux fenêtres longitudinales permettant de voir les ressorts.

Fonctionnement. — Quand la pression devient trop forte, la vapeur soulève les clapets, comprimant ainsi les ressorts.

Pour décharger les soupapes il suffit d'agir sur les leviers L et de les maintenir baissés.

Pour régler la tension des ressorts on se sert des écrous E.

Ce système est très bon. Les portages plans évitent les coincements se gondolent moins vite, et les clapets parfaitement guidés retombent facilement sur leur siège.

Sur certains types de ce système, les leviers L sont manœuvrés par un seul axe.

D'autres possèdent 3 ressorts, qu'on peut comprimer au moyen

Digitized by Google

d'une pince triple qui remplace ainsi avantageusement les leviers L.

Les soupapes de sûreté des chaudières de torpilleurs offrent quelques particularités. Pour décharger les soupapes (fig. 44), on dis-

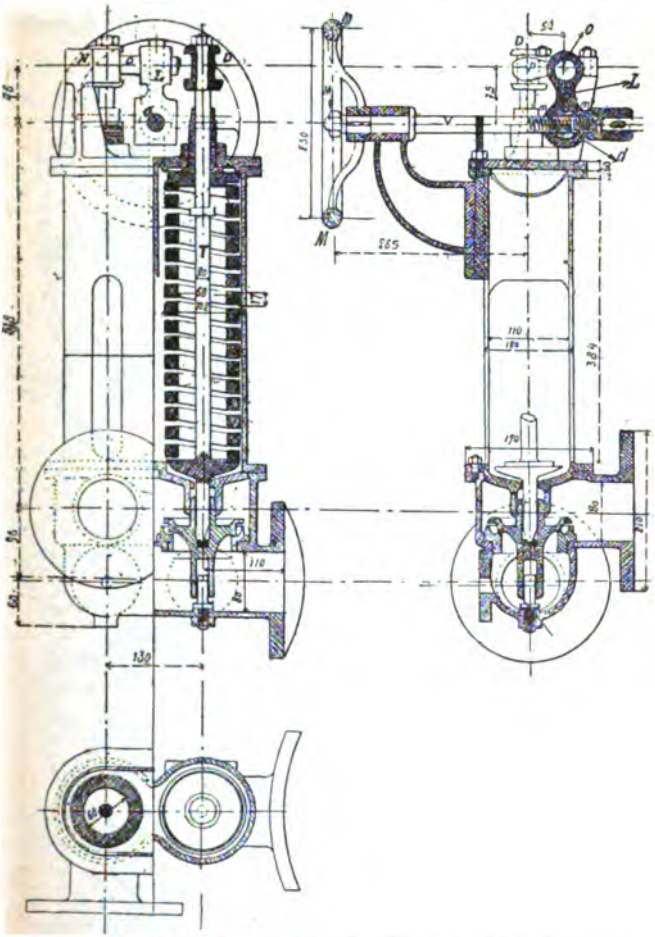


Fig. 44. — Soupape des chaudières torpilleurs.

pose d'un volant M actionnant une vis *v* passant dans une douille filetée, pouvant tourner dans son logement *d;* cette douille est logée dans l'œil d'un levier L. La vis traverse le corps du levier dans des trous *m* un peu plus grands que le diamètre extérieur de la vis, afin

Digitized by Google

de permettre au levier de décrire un léger arc de cercle autour de *o*. L est calé sur un axe *o* monté dans le palier N. Sur cet axe *o* est claveté un bras *p* qui prend entre les deux embases d'une douille D faisant corps avec la tige T.

Il est évident que pour décharger les soupapes il suffit de tourner M

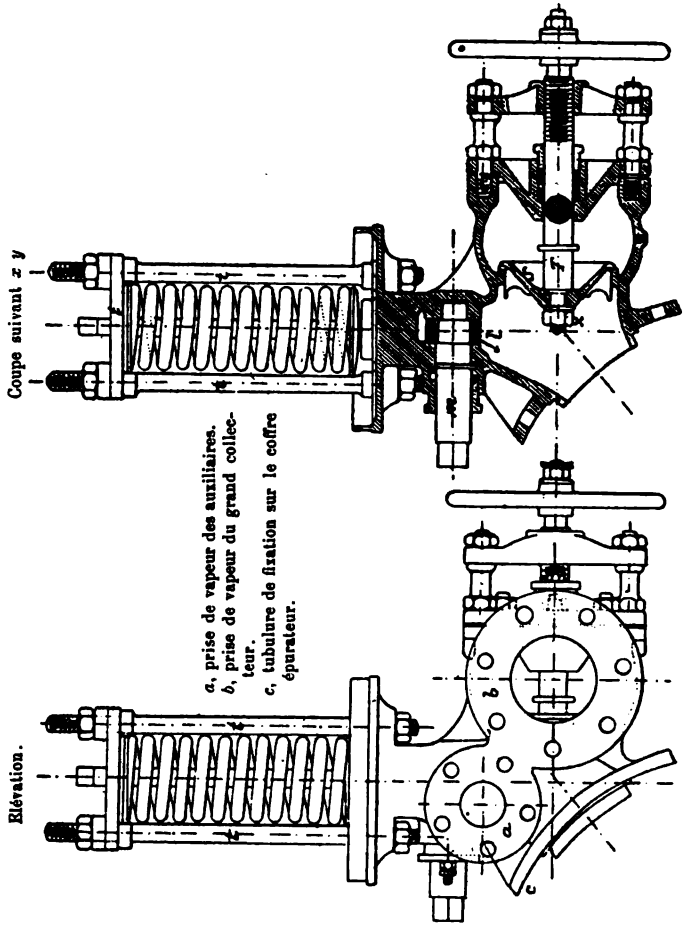


Fig. 45. — *Grondeur* (Système Thornycroft). — Vues 1 et 2.

dans le sens convenable. La douille *d* se déplace, entraine le levier L l'arbre *o* et par suite le bras *p*, qui lève la tige T, comprime le ressort et empêche T d'appuyer sur la soupape.

Digitized by Google

Soupape Thornycroft. — La soupape de sûreté employée sur le *Grondeur* (fig. 45) a un mecanisme particulier pour soulager l'une ou l'autre soupape. Ce mécanisme consiste en deux cames *l l* actionnée par une tige *m*. Pour démonter les soupapes il faut ici débander complètement les ressorts en dévissant les écrous retenant la traverse *t*.

Soupape du « Grenadier ». — Sur le *Grenadier* (fig. 45) la décharge des soupapes se fait de la façon ci-après : un volant V dont la tige est filetée

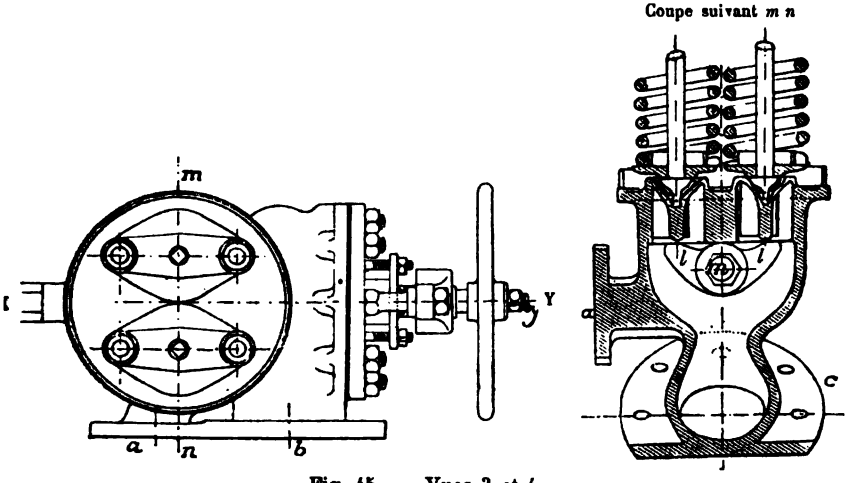


Fig. 45. — Vues 3 et 4.

et traverse l'extrémité taraudée d'un levier L, prend son appui sur une douille I oscillant autour d'un axe P. Le levier L est claveté sur un arbre N, sur lequel sont aussi clavetées les deux pinces *p, p* ; en manœuvrant V, on fait monter L par suite *p* qui compriment les ressorts en ramenant les tiges T qui n'appuient plus alors sur les soupapes.

Les figures 47, 48 représentent quelques petites différences dans l'ensemble de leur disposition; il est facile, par les dessins d'en comprendre la manœuvre.

La tare des ressorts est identique quel que soit le système employé, on l'opère toujours sur place, sous pression, afin d'éviter toute reur produite par la chaleur et par conséquent par la dilatation. cet effet, on place sur chaque chaudière, au moment du contrôle e sa soupape, un manomètre étalon; les ressorts de la soupape tant légèrement desserrés, on les resserre petit à petit jusqu'à ce u'elle ne luie plus; le manomètre indiquant la pression de régime, oute pression au-dessus produit une légère fuite aux soupapes; c'est

Digitized by Google

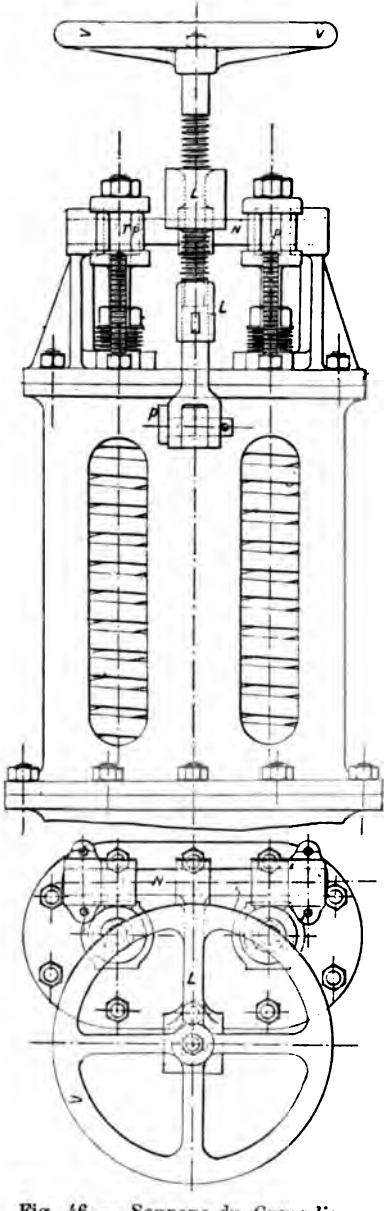


Fig. 46. — Soupape du *Grenadier*.

au moment précis où elle va fuir et que le manomètre étalon est à la pression de régime que l'on arrête la tension des ressorts.

SOUPAPES D'ARRÊT

(Fig. 49, 50, 51.)

D. — A quoi la soupape d'arrêt sert-elle ?

R. — La soupape d'arrêt sert à mettre une chaudière ou un groupe de chaudières en communication avec le tuyau de vapeur de la machine. Elle est placée sur le coffre à vapeur le plus haut possible.

Dans les machines à haute pression et à plusieurs chaufferies, chaque chaudière a sa soupape d'arrêt et est en communication avec un tuyau collecteur de vapeur. En cas d'avarie d'une chaudière on peut l'isoler des autres.

D. — De quelle quantité doit-on l'ouvrir ?

R. — Si toutes les chaudières ne sont pas allumées, il ne faut l'ouvrir que de la quantité nécessaire pour faire donner à la machine le nombre de tours qui correspond aux chaudières allumées. Il ne faut pas que par une trop grande ouverture la machine puisse à un moment donné dépasser la vitesse normale. On les ouvre habituellement de 2 tours 1/2 quand il n'y a que la moitié des chaudières allumées et de 1 tour 3/4 quand il n'y en a que le quart.

Digitized by Google

On ouvre toujours un peu plus la soupape d'arrêt de l'AV que celle de l'AR à cause du plus long parcours de la vapeur. Cette remarque est très importante pour les chaudières de torpilleurs. Etant obser-

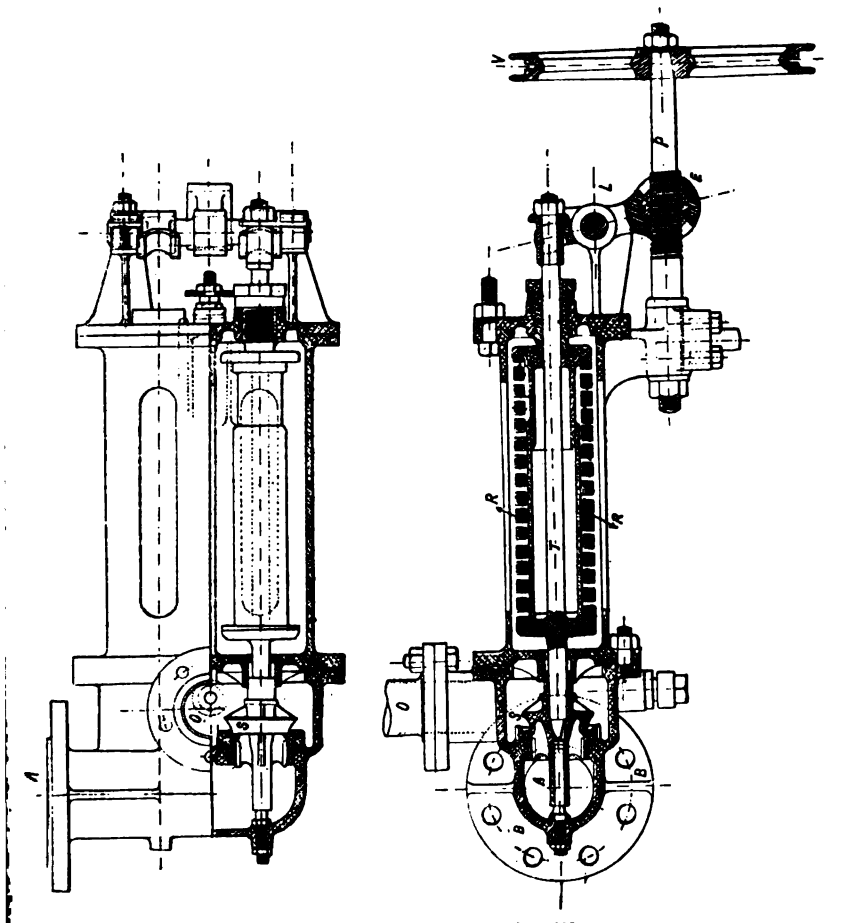


Fig. 47. — Soupape du *d'Iberville*.

e elle évite des transvasements de la chaudière AV dans la chau-ère AR.

Pendant la marche, si l'on s'aperçoit qu'il existe trop de différence tre la pression des chaudières et celle du tuyau de vapeur, on les vre un peu plus.

Digitized by Google

Quand toutes les chaudières sont allumées on les ouvre suffisamment pour laisser passer librement toute la quantité de vapeur produite.

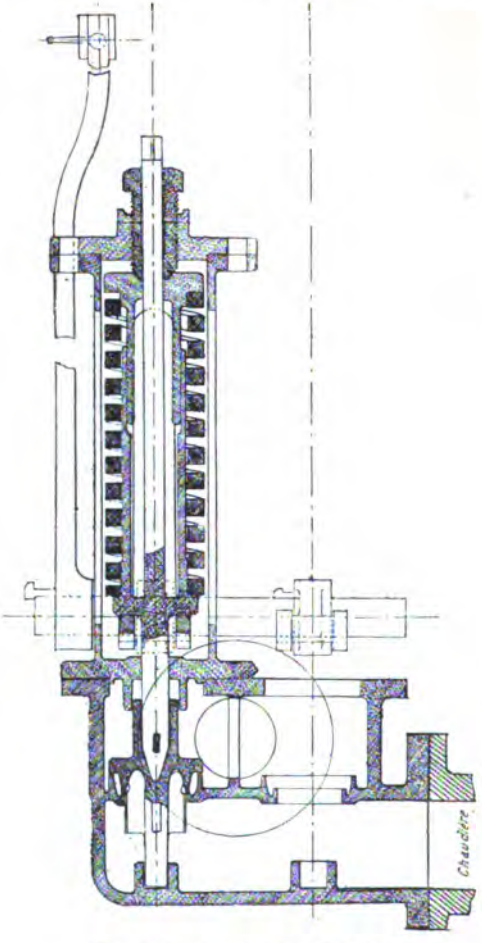


Fig. 48. — Soupape du *Cassini*.

D. — De quoi se compose une soupape d'arrêt ?

R. — Elle se compose d'une boite en fonte ou en acier A dans laquelle est logée la soupape B, elle communique avec la partie supérieure du coffre à vapeur par la tubulure A′ dont la collerette lui sert

Digitized by Google

de moyen de fixation autour du trou pratiqué dans la façade de C ; ce trou est consolidé par la rondelle en fer *p*.

La boîte A est fermée par le couvercle D dont la partie centrale *d* s'enfonce assez profondément dans cette boîte pour guider la tige de la soupape. La tubulure A″ est munie d'un joint glissant qui la relie au tuyau V. *s* est le siège de la soupape ; ce siège en bronze est encastré dans la tubulure A′ et porte une douille centrale maintenue par le croisillon *r*. B, soupape en bronze, munie d'une contre-tige B′ guidée par la douille centrale du croisillon, dans laquelle elle glisse sans frottement.

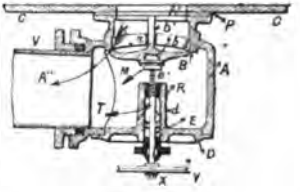


Fig. 49.

T, tige de la soupape. Cette tige également en bronze s'engage dans le couvercle de dedans en dehors et passe dans le presse-étoupe E. La partie *e* de cette tige est filetée et se visse dans un écrou en bronze R fixé à l'extrémité du renflement *d* du couvercle. L'évidement placé entre l'écrou et le presse-étoupe est destiné à recevoir les filets de la tige pour qu'ils ne s'engagent pas dans la boîte à étoupe. L'embase M limite la course de la tige T, et par conséquent l'ouverture de la soupape. L'extrémité intérieure de la tige est terminée par un bouton *b* en forme de champignon qui vient se loger dans un encastrement pratiqué sur le dos de la soupape ; ce bouton est emprisonné dans son encastrement par deux demi-rondelles réunies à la soupape par des vis. Cette disposition permet à la tige de tourner sans entraîner la soupape dans son mouvement de rotation, elle permet aussi à la soupape de s'appliquer exactement sur son siège malgré les changements de température qu'elle subit.

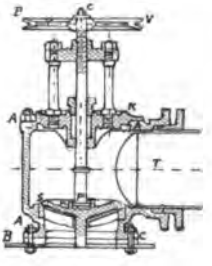


Fig. 50.

V, volant de manœuvre de la soupape.

Ce volant peut être actionné directement ou à l'aide d'une chaîne sans fin qui s'enroule dans la gorge triangulaire de la couronne, et descend dans la chambre de chauffe à portée de la main. Le volant V est monté sur la tige T par un emmanchement conique avec clavette à ergot et serré par l'écrou X.

La soupape d'arrêt (fig. 50) a l'avantage d'avoir un écrou d'ouverture en dehors de la vapeur, on peut donc le graisser, et il n'est pas exposé comme celui de la figure 49 à se recouvrir de sel ou de toute autre matière entraînée par le courant.

Il existe d'autres systèmes de soupapes d'arrêt, l'un des plus ingénieux est certainement celui qui est employé dans la marine anglaise

Digitized by Google

principalement. Le *Spanker*, torpilleur anglais (fig. 51), a sa soupape d'arrêt ainsi construite : elle se compose d'une boîte A, d'une soupape S possédant venues de fonte, tige et contre-tige T, *t*.

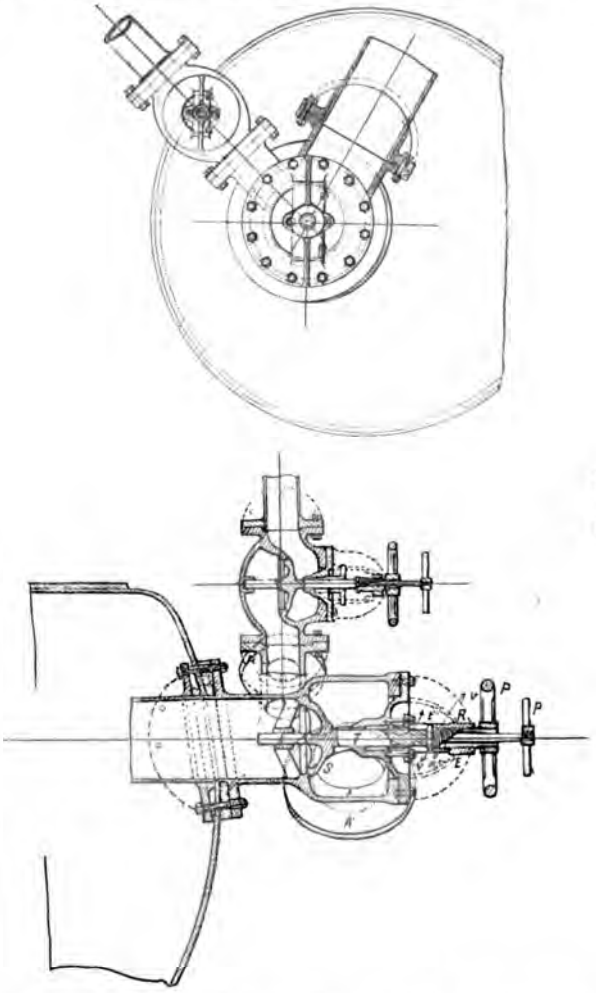


Fig. 51.

Sur la tige s'appuie par l'intermédiaire d'une portée un écrou E possédant une embase M. Dans cette embase passe une vis *v* qui sert à rendre solidaires ou non l'écrou E et la tige T.

Digitized by Google

Sur l'extrémité de cet écrou faisant corps avec lui se place un volant P.

Sur l'extrémité de la tige T est une poignée *p*. La tige T passe dans un presse-étoupe X et l'écrou E se visse et se dévisse dans un étrier S.

A' est la sortie de la vapeur au collecteur de vapeur.

La soupape proprement dite peut donc être complètement indépendante du volant P et n'est jamais coincée sur son siège fortement. Il suffirait dans ce cas de dévisser la petite vis de l'embase M et de tirer à soi sur la poignée *p*.

Cette disposition a encore l'avantage d'avoir le filet de la vis à l'extérieur de la boîte où on peut l'entretenir. On peut encore roder les soupapes sur leur siège sans rien démonter, il n'y a que la vis V à desserrer.

Quand l'ouverture d'arrivée de vapeur est réglée on dévisse la vis V on rend ainsi la soupape indépendante. Si pour une cause ou une autre, une chaudière venait à subir une forte dépression, immédiatement la vapeur de celles qui sont en communication avec elle fermeront automatiquement la soupape. On évite ainsi les transvasements et diverses avaries que ne peuvent éviter automatiquement les soupapes d'arrêt françaises.

Sur les chaudières Tornychroft (fig. 45, vue 4), type *Grondeur*, la soupape d'arrêt se compose d'une soupape S à portage plan. Elle est reliée solidement à sa tige T par un écrou *x*. La tige sort de la boîte par un presse étoupe et sa partie filetée est à l'extérieur.

SOUPAPES DE COMMUNICATION

(Fig. 52.)

D. — A quoi servent les soupapes de communication ?

R. — Les soupapes de communication servent à établir la communication des chaudières extrêmes avec celles du centre qui portent les soupapes d'arrêt. L'ouverture se fait avec la même précaution que pour ces dernières.

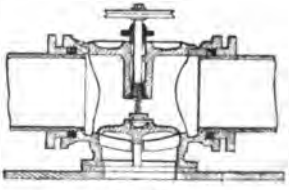


Fig. 52.

SOUPAPE ATMOSPHÉRIQUE

(Fig. 53.)

D. — A quoi sert la soupape atmosphérique ?

R. — La soupape atmosphérique sert à laisser introduire de l'air dans les chaudières lorsque, étant arrivé au mouillage, on a fait extraction complète et que la vapeur s'est condensée.

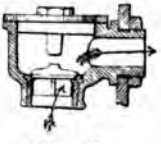


Fig. 53.

Dans les chaudières à basse pression, l'application était indispen-

Digitized by Google

sable; mais, avec les chaudières actuelles, elle a moins d'importance et elle n'existe plus sur les chaudières à haute pression.

Elles ont la même forme et mêmes organes de manœuvre.

SOUPAPE AVERTISSEUSE

(Fig. 54.)

Une petite soupape, dite avertisseuse, est placée sur la face avant des chaudières, elle est équilibrée par un levier et un contrepoids comme dans les chaudières à moyenne pression ; elle sert à indiquer la pression exacte ; c'est un contrôle de bon fonctionnement des manomètres et des soupapes de sûreté dont la bande des ressorts pourrait être altérée ou mal réglée. Cette petite soupape se lève à la limite de la pression de régime.

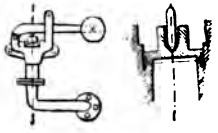


Fig. 54.

La charge de cette soupape est faite par un contrepoids placé à l'extrémité d'un levier.

SOUPAPE D'ÉQUILIBRE DE PRESSION

(Fig. 55-56.)

But et disposition de cette soupape. — Le but de cette soupape est de maintenir la même pression entre plusieurs chaudières commu-

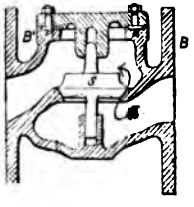


Fig. 55.

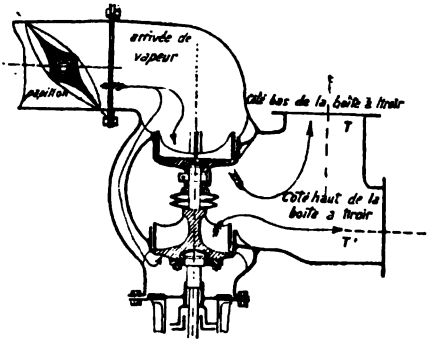


Fig. 56.

niquant avec le même tuyau collecteur de vapeur, elles sont employées sur les chaudières multitubulaires sur lesquelles le réservoir

Digitized by Google

d'eau et de vapeur sont excessivement restreints, et où toute irrégularité dans la chauffe donne lieu à des variations de pression assez sensibles et par suite à des transvasements de l'eau d'une chaudière dans l'autre. Chaque chaudière porte une de ces soupapes sur laquelle est fixée la soupape d'arrêt. Cette disposition est celle de la *Salve* (chaudière Godard).

Cette disposition comprend une boîte divisée en deux compartiments par une cloison qui sert de siège à la soupape S, cette soupape porte deux contre-tiges qui lui servent de guide. La boîte est fixée à la chaudière par une bride B'; cette soupape est très peu conique afin de ne pas établir une trop grande différence de surface entre les deux faces (fig. 56). Disposition du chasseloup-Laubat (chaudière Lagraffel).

PEET-VALVE

(Fig. 57, 58, 59.)

Le peet-valve Cirou (fig. 57) est un obturateur parfait de la vapeur ou de l'eau. Il est d'un usage presque général pour les chaudières à haute pression.

Il se compose d'une boîte A en bronze ou en acier d'une forme actuellement bombée et armée de nervures.

Dans cette boîte se trouvent logés les deux disques D et D' glissant contre les orifices T, T'. Ces disques emprisonnent un écrou E qui doit être sans jeu dans son emmanchement avec les disques; un coin placé entre les disques tenu par un écrou *e*, provoque l'adhérence des disques contre les parties planes des orifices T, T'. Une vis V, manœuvrée par un volant M est filetée à sa partie supérieure en *m* d'un pas à droite de 13 millimètres et se visse dans un écrou E, ayant un peu de jeu entre son collet et les brides R et R' de la boîte; la partie inférieure en AV est filetée d'un pas à gauche de 10 millimètres. Un curseur C indique sur un guide G, à la fois le degré d'ouverture et le sens du mouvement que l'on doit donner au volant.

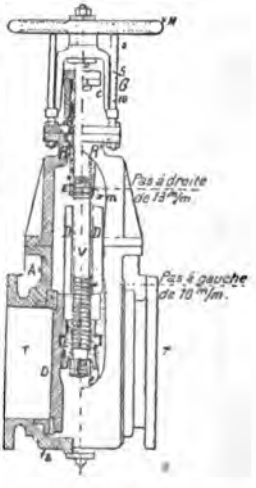


Fig. 57.

Jeu de cet organe. — Dans sa position de fermé, il faut, pour l'ouvrir, dévisser la vis V, c'est-à-dire tourner de droite à gauche. Dans ce mouvement elle monte à chaque tour d'une quantité égale à 13 millimètres. Mais les disques qui sont élevés d'abord de cette hauteur s'élèvent en même temps de la hauteur de 10 millimètres.

Digitized by Google

Donc, à chaque tour, les disques montent de 23 millimètres. Le coin C, qui ne s'élève que du pas de 13 millimètres, les disques le dépassent et au premier mouvement ils sont décoincés et ils découvrent les orifices.

Pour la fermeture on tourne le volant dans le sens des aiguilles d'une montre, et dans un tour du volant les opercules descendent de $p + p'$, égale somme des pas, soit 23 millimètres. La manœuvre est ainsi rapide.

L'originalité du système réside surtout dans la manœuvre automatique du coin par l'effet combiné des deux pas.

Remarquons en effet, que durant la fermeture des opercules, ceux-ci descendent avec une vitesse qui, pour un tour de volant est $p + p'$. Or le coin ne descend pendant le même temps que de p ou 13 millimètres. Disque et coin marchent donc dans le même sens, mais avec des vitesses différentes, ils finiront par se rencontrer et les disques et le coin sont en contact quand les orifices sont fermés d'après les dispositions adoptées.

PEET-VALVE DU CREUSOT

(Fig. 58.)

Ce peet-valve se compose de deux disques A et A' entraînés par un écrou B et une vis V ne pouvant que tourner par suite de son collet emprisonné dans la boîte à étoupes.

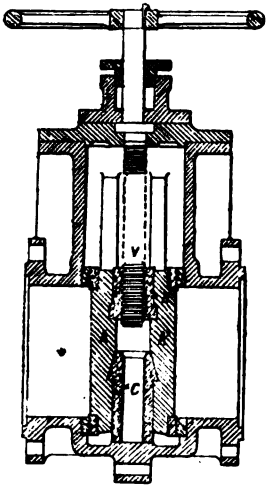


Fig. 58.

Les deux disques entraînent dans leur mouvement de montée ou de descente un coin C, les dépassant un peu à leur partie inférieure.

Manœuvre. — Lorsqu'on manœuvre la vis en tournant de gauche à droite, les deux disques montent en entraînant le coin et tout le système vient occuper l'emplacement supérieur de la boîte. Si on veut le fermer on tourne de droite à gauche, les disques descendent ainsi que le coin et comme son extrémité inférieure vient rencontrer le fond de la boîte, le plus petit mouvement de la vis détermine l'écartement final des disques et les fait porter contre les bords des orifices. Il faut avoir bien soin de ne pas forcer outre mesure sur la vis et au moment de l'échauffement ne pas le coincer, comme la

Digitized by Google

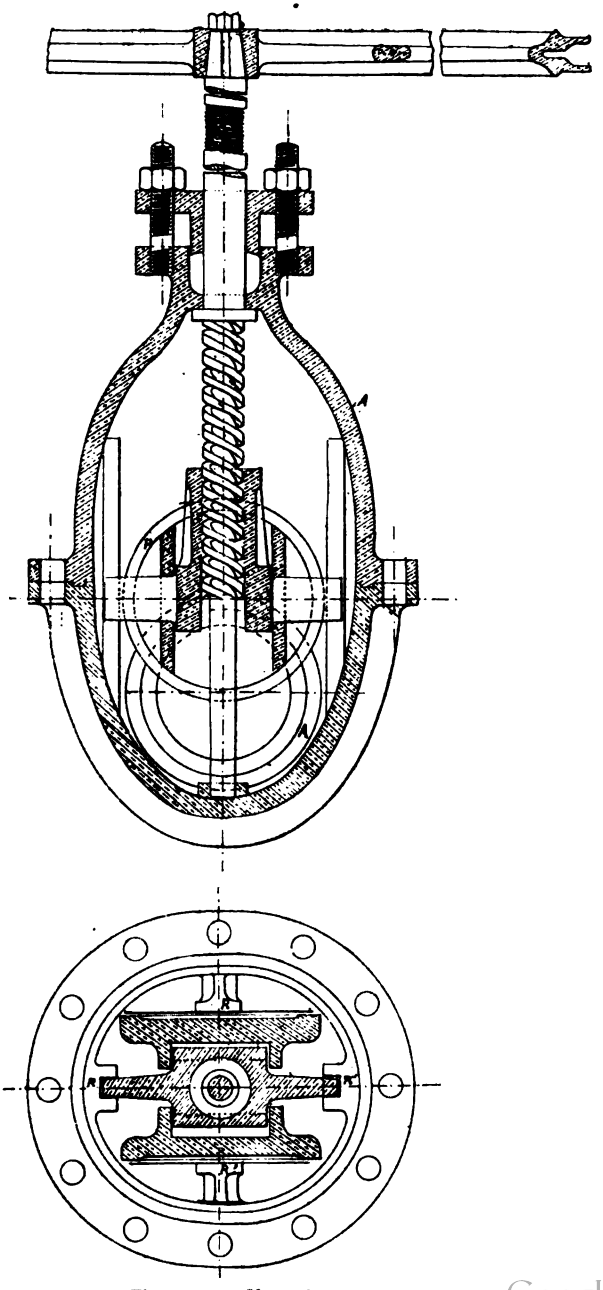


Fig. 59. — Vues 1 et 2.

Digitized by Google

vapeur n'agit que sur la face du disque d'arrivée, celui-ci se dilate le premier. Il faut savoir sentir la pression qui s'accuse en manœuvrant légèrement la vis.

Un curseur R mû par la vis indique le degré d'ouverture.

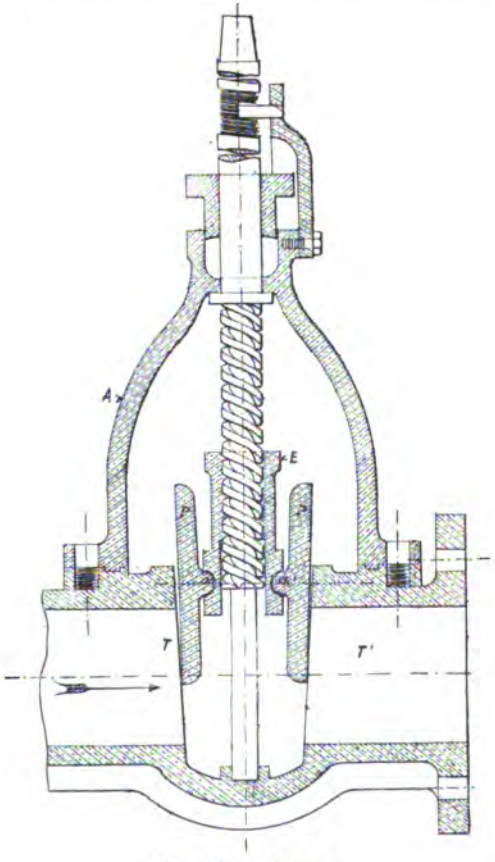


Fig. 59. — Vue 3.

Il existe d'autres systèmes de peet-valves, tel que celui du Cassini (fig. 59), vues 1, 2 et 3.

Il se compose d'une boîte en bronze ou en acier A, dans laquelle débouchent les orifices TT'. Deux opercules circulaires PP' masquent d'une façon très étanche ces orifices. Deux saillies de ces opercules, *a*, *a'*, s'engagent dans un creux de même forme d'un écrou E.

Digitized by Google

La figure indique suffisamment le jeu des opercules. L'écrou E est guidé par deux oreilles dans des rainures R R'.

Les peet-valves ou robinets vannes, doivent se fermer en tournant le volant dans le sens des aiguilles d'une montre, afin d'éviter toute fausse manœuvre.

Les robinets-vannes Cirou doivent avoir un jeu dans l'écrou supérieur au moins égal à ce que pourrait être celui de l'écrou inférieur. Ce dernier ne doit pas avoir de jeu du tout. Ce jeu laissé dans l'écrou supérieur permet de décoincer le coin inférieur en entraînant les opercules.

Les robinets-vannes étant délicats on ne les emploie pas sur des tuyaux d'un diamètre inférieur à 60 millimètres.

Les peet-valves doivent être en bronze et en acier pour les hautes pressions.

SOUPAPE D'ÉVACUATION DIRECTE AU CONDENSEUR

(Fig. 60.)

L'ensemble de cet organe comprend un boîte B, en bronze, divisée en deux compartiments par une cloison servant de siège à la soupape S. Cette soupape est actionnée par une vis V filetée dans le couvercle de la boîte; cette vis est terminée par un collet C faisant émerillon avec la soupape. Dans un arrêt de la machine ou dans une diminution de marche, afin de ne pas dépasser la pression des chaudières, on ouvre cette soupape pour envoyer la vapeur au condenseur afin d'éviter les pertes d'eau douce.

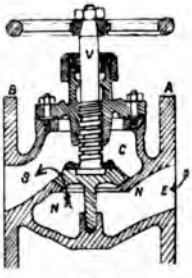


Fig. 60.

Sur le Chasseloup-Laubat, la disposition d'une soupape équilibrée est représentée par la figure 56. Elle est fixée sur la boîte à tiroir de l'admetteur par les deux tubuleuses T et T'.

SIFFLETS

(Fig. 61.)

Le sifflet est un appareil qui sert à indiquer la présence d'un bâtiment. Le bruit qu'il fait entendre est dû à la vapeur qui se brise contre des parois convenablement disposées.

Le sifflet ordinaire se compose d'une soupape D, d'un levier A et d'une boîte en bronze B.

Si l'on agit sur le levier A, on baisse la soupape D, la vapeur passe en d' et se brise en passant par les orifices a', a', et fait entendre un bruit ressemblant à celui d'un sifflet.

Digitized by Google

Si l'on cesse d'agir sur le levier A, sous l'action du ressort *r*, la soupape ferme hermétiquement la boîte B et le bruit cesse.

Un système ingénieux (fig. 62), est en usage sur certains navires. C'est ce système que l'on désigne sous le nom de sonnebula et qui n'est pas autre chose qu'un sifflet automatique.

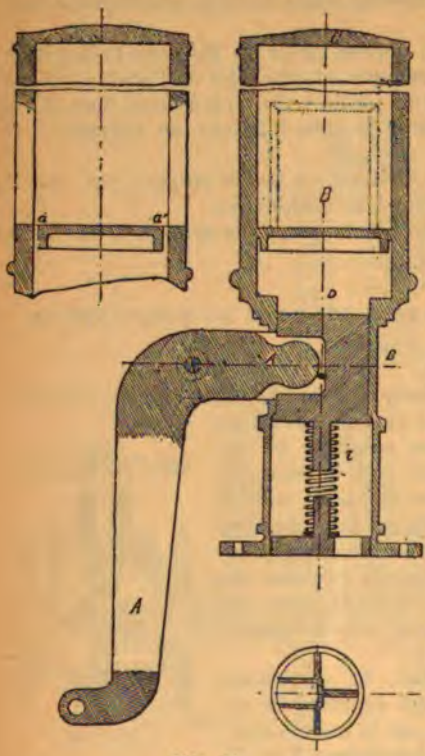


Fig. 61.

Ce sifflet se compose de :

C', cylindre à vapeur servant à faire mouvoir le piston du cylindre régulateur E.

C', cylindre à vapeur servant à actionner le levier de manœuvre du sifflet.

E, cylindre régulateur rempli d'alcool, ou de glycérine.

t, tiroir de distribution de vapeur dans le cylindre *C*.

p, *p'*, pistons servant à actionner le tiroir *t*.

m, loquet de mise en marche à main de l'appareil.

s, *s'*, soupape servant à l'introduction ou à l'évacuation de la vapeur qui actionne les pistons *p* et *p'*, conduisant le tiroir *t*.

a, compartiment communiquant avec l'extrémité *e* du cylindre à alcool.

b, compartiment communiquant avec l'extrémité *e'* du cylindre à alcool.

c, clapet mettant en communication les deux extrémités du cylindre E, lorsque l'écoulement de liquide a lieu de *e'* en *e*.

Il sert à régler la durée du son.

r, robinet à vis mettant en communication les deux extrémités du cylindre E, quel que soit le sens de la marche du piston régulateur. Il sert à régler la durée du silence.

Fonctionnement. — Supposons le piston P à l'extrémité 1 de sa course. Pour mettre l'appareil en marche, on manœuvre plusieurs fois le tiroir à la main de façon à remplir de vapeur les deux côtés du

Digitized by Google

cylindre C ainsi que les deux extrémités des petits cylindres dans lesquels glissent les pistons p et p', vue 1.

On place ensuite le tiroir dans la position indiquée par la vue 1. La vapeur s'introduit du côté 1 du cylindre C. Elle arrive sous le piston du cylindre C′ et fait monter le piston P′. Le côté 2 du cylindre C est à l'évacuation; la vapeur que nous y avons introduite en manœuvrant le tiroir à la main s'échappe donc à l'air libre; mais la soupape s'étant fermée la vapeur appuie toujours le piston p'. Le tiroir ayant

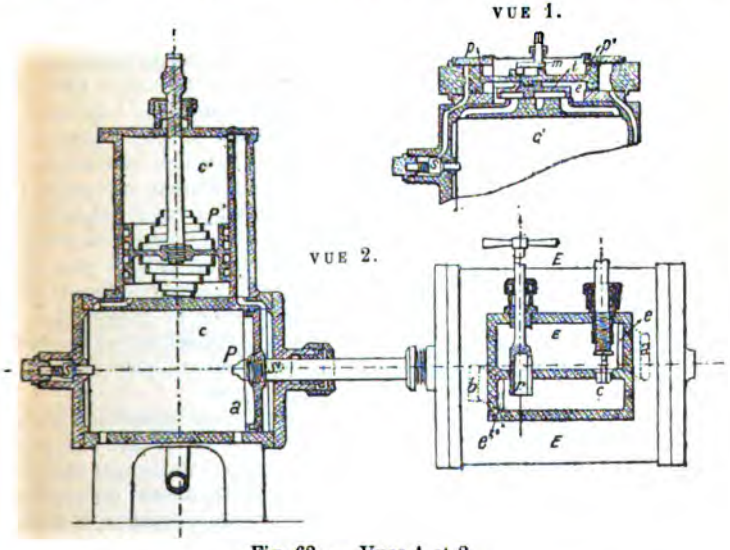


Fig. 62. — Vues 1 et 2.

ses deux pistons également pressés garde la position que nous lui avons donnée.

Le piston du cylindre C marche de gauche à droite, poussé à pleine introduction par la vapeur. Arrivé à l'extrémité 2 de sa course, il ouvre la soupape s'; la vapeur enfermée derrière le piston p' évacue à l'air libre et le tiroir, par la poussée du piston p, marche de gauche à droite. Il introduit alors dans l'extrémité 2 du cylindre C et met xtrémité 1 du cylindre à l'évacuation; il en résulte la chute du ston P′ du cylindre C′.

La vapeur qui s'introduit derrière le piston p' ne change pas la sition du tiroir puisque derrière le piston p il est resté de la vapeur la même pression.

Le piston P marche de droite à gauche; arrivé à bout de course, ouvre la soupape s et met en communication la face du piston p

Digitized by Google

avec l'atmosphère. Il en résulte que le tiroir poussé par la vapeur qui appuie sur p', marche de droite à gauche.

Il introduit alors sur la face 1 du piston P et la vapeur soulève le piston P' et ainsi de suite.

On règle à volonté la durée de chacune des deux courses, par suite la durée du silence et du son, en manœuvrant le robinet r et la soupape c.

SÉCHEURS

(Fig. 63.)

Dans le but d'augmenter le volume de vapeur et de la sécher, on a pendant longtemps employé des appareils en tôle dits sécheurs qui étaient placés à la partie supérieure des chaudières à la base de la cheminée. Ces sécheurs consistaient en lames étroites munies de chicanes à l'intérieur obligeant la vapeur à prolonger son parcours dans ces lames. Les flammes ou gaz chauds circulaient autour de ces lames et les réchauffaient. On pouvait à l'aide de ces surchauffeurs donner une siccité assez parfaite à la vapeur et augmenter sa température d'un certain nombre de degrés. Mais pour obtenir cet effet utile, il fallait une combustion assez active. Si par une circonstance quelconque, on était dans l'obligation de ralentir la combustion et quelquefois d'ouvrir les portes des boîtes à tubes, le réchauffeur changeait de rôle et devenait un condenseur. Souvent, par suite d'entraînement d'eau, on remplissait ces réchauffeurs.

La théorie avait accordé un très grand crédit à ces appareils encombrants, peu faciles à nettoyer et d'une durée très limitée. Les parcelles d'oxyde qui se détachaient des parois étaient un danger continu pour les parois des tiroirs et des cylindres. Aussi, devant un résultat aussi sujet à caution, où pour réaliser des économies réelles, il fallait une chauffe énergique, ces appareils ont-ils été abandonnés.

Sur le croiseur, *l'Aréthuse*, on avait employé des surchauffeurs tubulaires, réchauffés par la vapeur d'une chaudière spéciale marchant à 8 kilogrammes au lieu de 4. La différence de température entre les deux vapeurs, produisait la surchauffe. Ce procédé a été abandonné. Avec les nouvelles machines fonctionnant à 10, 15 et 17 kilogrammes, on réchauffe la vapeur de chaque cylindre détendeur et admetteur par l'arrivée directe de la vapeur des chaudières, en la détendant par des détendeurs spéciaux.

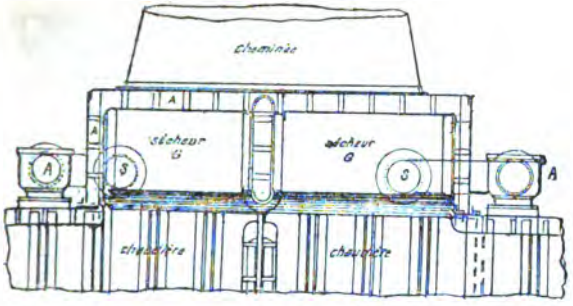
POMPES A ESCARBILLES

Premier système. — Les pompes à escarbilles servent à débarrasser les chaufferies des escarbilles et mâchefer, en refoulant ces matières à la mer.

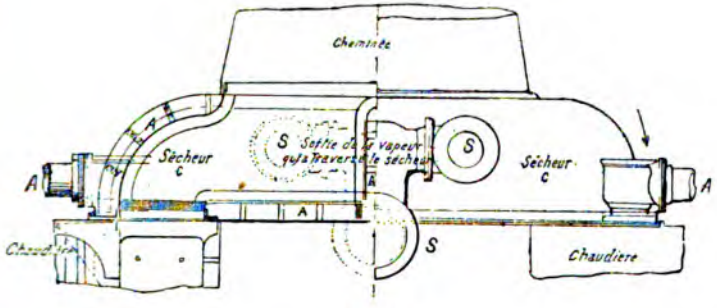
Ces appareils se composent de quatre parties :

Digitized by Google

VUE 1.



VUE 2.



VUE 3.

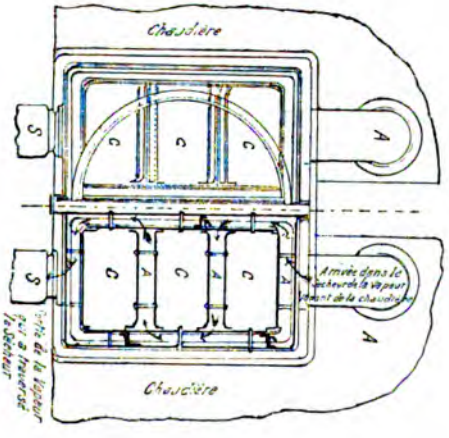


Fig. 63.

Digitized by Google

1° Un broyeur composé de deux cylindres armés comme ceux d'un laminoir, destinés à réduire les scories et mâchefers à expulser, à des dimensions telles qu'ils ne paralysent pas la pompe;

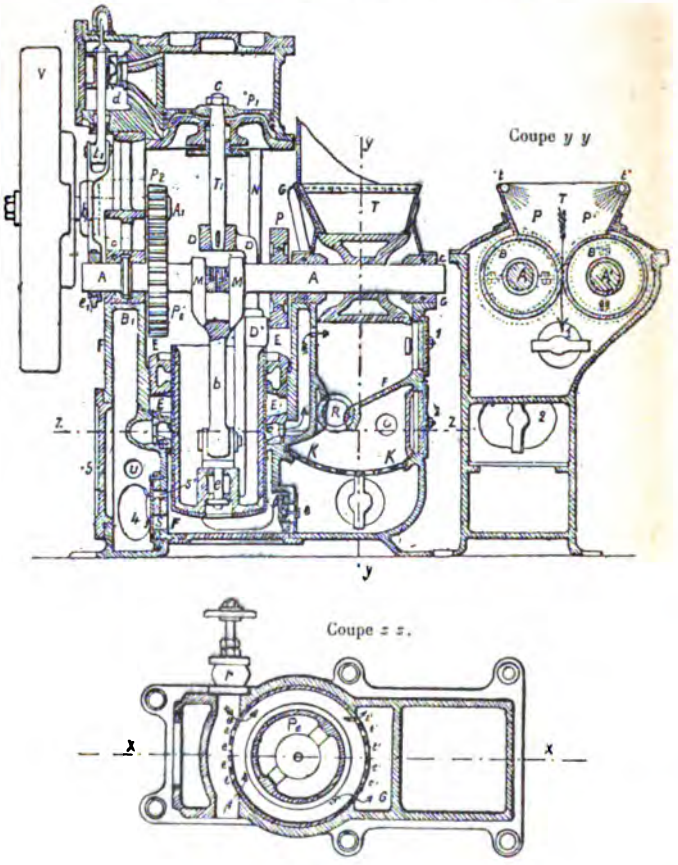


Fig. 64.

2° Un mélangeur composé de jets d'eau et destiné à transformer les matières à expulser, en une boue assez liquide pour être facilement pompée;

3° Un extracteur, composé d'une pompe à piston plongeur qui refoule au dehors la boue résultant du mélange des matières avec l'eau;

Digitized by Google

4° Un moteur à vapeur qui actionne le tout et qui se compose d'un cylindre dans lequel se meut un piston dont le mouvement est régularisé par un volant relié à son arbre par frottement.

Le broyeur est formé des deux cylindres en fonte B, B′ armés de petites dents en acier destinées à broyer les mâchefers. Ces cylindres clavetés sur les arbres parallèles A et A′ sont mis en mouvement par l'arbre A à l'aide des deux roues dentées P, P′, et ne laissent entre leurs génératrices extérieures qu'un espace libre de 4 millimètres. Les roues P, P′, sont en deux parties réunies par des boulons pour en faciliter le montage sur les arbres A et A′.

Avec l'arbre A est venue de forge la manivelle ou vilebrequin M qui reçoit son mouvement du piston plongeur P*e* par l'intermédiaire de la bielle *b*. Les arbres A et A′ sont supportés par des coussinets en bronze *c*, *c*, emmanchés dans le bâti F, commun au broyeur et à la pompe, et dont les évidements forment la conduite G d'eau nécessaire à l'enlèvement des matières broyées.

Mélangeur. — Les matières à broyer sont versées dans une trémie T placée longitudinalement sur le bâti F et recevant, par les deux tuyaux *t*, *t*′, percés de trous en forme de crépines, l'eau du conduit G. Ce même conduit débouche au-dessous des cylindres B, B′ par l'orifice *g*, qui fournit l'eau nécessaire au mélange parfait des matières broyées et les entraîne par le robinet R et la crépine KK, jusqu'au clapet d'aspiration S de la pompe.

Le robinet R est destiné à isoler la pompe du mélangeur et du broyeur, dans le cas où on voudrait faire servir cette pompe à l'épuisement de l'eau de la cale par le tuyau débouchant en O et portant sur son parcours un obturateur.

La crépine KK, empêche d'arriver à la pompe les étoupes et autres corps étrangers qui pourraient engager les clapets et paralyser le fonctionnement.

L'extracteur se compose d'un piston plongeur en fonte recouvert d'une chemise en bronze, qui se meut dans un cylindre venu de fonte avec le bâti F. Il reçoit son mouvement de la tige du piston moteur par la traverse D qui est clavetée et dont les deux branches repliées viennent s'emmancher dans les douilles D′ venues de fonte avec le piston P*e*. Un boulon à chape *l*, fixé au fond du piston, porte l'articulation du pied de la bielle *b*, qui transmet le mouvement à l'arbre A.

L'étanchéité du piston plongeur est assurée par un presse-étoupe ıt le chapeau évidé E presse la garniture sur le grain E′. Celui-ci ɔporté sur le bâti F est en forme de lanterne dont les orifices *e*, *e*, *e*, ', *e*′, établissent la communication entre l'arrivée d'eau *r* et le ıduit G; deux cuirs emboutis *n*, *n*′ soumis à la pression de la boue uide pompée, assurent l'étanchéité pendant le refoulement du ıton, tout en permettant, pendant l'aspiration, une fuite d'eau claire. ıte eau lave la surface du piston et empêche les escarbilles broyées

Digitized by Google

de venir s'engager dans le presse-étoupe et rayer les surfaces en contact.

Les clapets d'aspiration S et de refoulement S', en caoutchouc, sont placés à la partie inférieure du corps de pompe dont ils occupent toute la largeur; leur section est d'ailleurs assez faible, de même que celle du tuyau de refoulement U, dont le diamètre est de 0m,055, afin que la boue liquide ait une vitesse d'écoulement suffisante pour qu'il ne se forme pas de dépôts au fond du cylindre et dans les coudes du tuyautage. Le clapet de refoulement S recouvre deux orifices inégaux S et S', le plus petit S' placé au-dessus de l'autre, sert à l'évacuation de l'air qui vient se loger dans la capacité R, ménagée dans le bâti F pour former le matelas élastique destiné à rendre l'écoulement continu et empêcher les coups de bélier dans le tuyau U. L'air est aspiré par la pompe à la fin de la course montante du piston P*e*, car pour un bon fonctionnement il est nécessaire que le débit soit supérieur au volume d'eau injectée, afin que l'appareil se dégage facilement si un clapet venait à s'engager momentanément. Des portes autoclaves 1, 2, 3, 4, 5, très faciles à manœuvrer, permettent au besoin de visiter en quelques instants, les différents compartiments du mélangeur, de la crépine, des clapets d'aspiration et de refoulement, etc., pour les débarrasser des impuretés qui pourraient entraver le fonctionnement.

Moteur. — Se compose d'un cylindre à vapeur vertical C placé sur le prolongement de l'axe de la pompe; ce cylindre muni de deux plateaux démontables, repose du côté du tiroir, sur le prolongement du bâti F; tandis que, de l'autre côté, il est supporté par les deux colonnes N, N; le piston P est à garnitures suédoises; sur sa tige T, est clavetée la traverse D qui donne le mouvement au piston plongeur de la pompe. Le tiroir en coquille *d*, appliqué sur la glace du cylindre par le ressort parabolique *r'*, à sa tige *t*, conduite par la bielle b_1 de l'excentrique e_1 claveté sur l'extrémité de l'arbre A.

Un volant V, destiné à régulariser le mouvement, est monté sur l'arbre A_1 qui reçoit de A, un mouvement de rotation multiplié par le rapport des roues P_1 et P'_2; pour éviter une fatigue anormale lorsqu'un morceau de bois ou de fer arrête brusquement les cylindres lamineurs B, B', le volant V n'est relié à son arbre A, que par frottement, comme l'indique le dessin vue 1.

Dans cet appareil, les escarbilles sont mélangées avec dix fois leur poids d'eau, et le débit est de 350 à 400 kilogrammes du mélange avec une allure de 80 tours à la minute; cette allure étant très convenable pour le bon fonctionnement de la pompe et le jeu des clapets. deux hommes suffisent pour le desservir. Quand l'appareil fonctionnera comme pompe de cale, son débit sera de 30 tonneaux à l'heure. Le poids de l'appareil complet est d'environ 1,500 kilogrammes.

Dans la disposition du *Vauban* les cylindres sont remplacés par un

Digitized by Google

bloc de fonte *e* et deux parties mobiles H et H' autour de I', I, en fonte aussi (fig. 65).

Les parties mobiles H et H' reposent sur des ressorts Belleville, et le

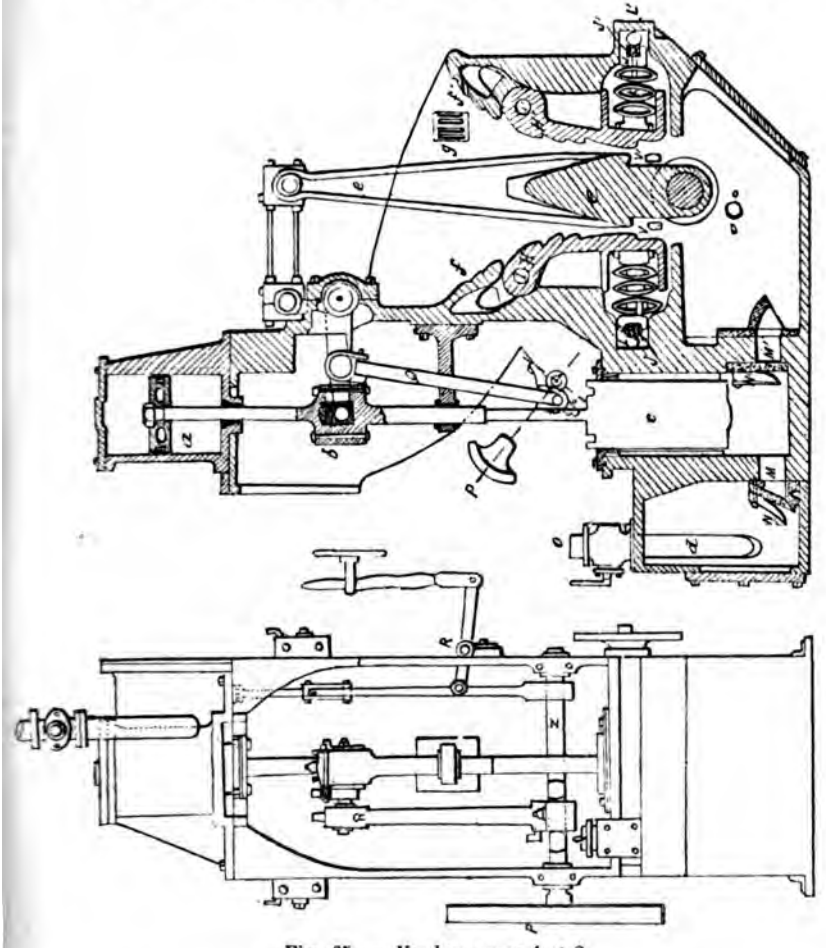


Fig. 65. — *Vauban*, vues 1 et 2.

bloc *e*, animé d'un mouvement de va-et-vient par le moteur à vapeur, écrase les escarbilles en se rapprochant alternativement de H et H'.

L'eau arrive par *g* et les clapets d'aspiration et de refoulement sont N' et N.

Digitized by Google

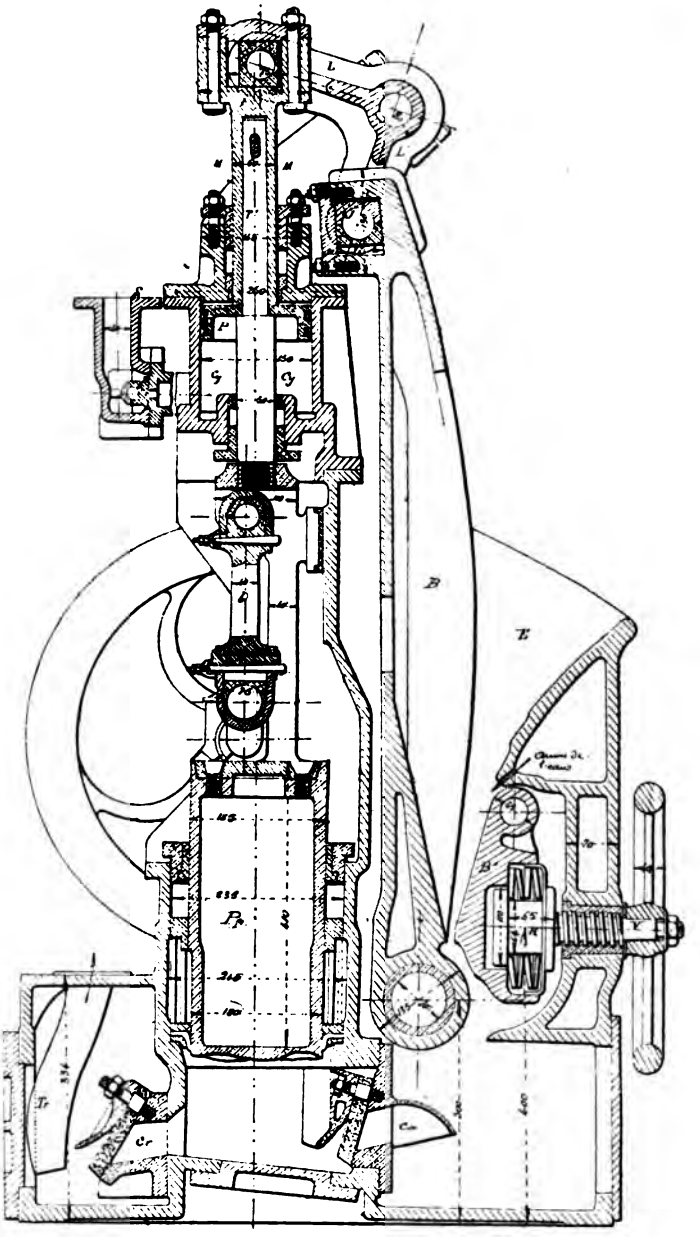


Fig. 66. — Système Maupeou, Bugeaud, etc.

Digitized by Google

La pompe à escarbilles du *Bugeaud* (fig. 66), système Maupéou, type B, n° 1, se compose d'une pièce B en acier animée d'un mouvement de va-et-vient et qui vient ainsi alternativement appuyer contre les parties planes d'une pièce B'.

L'effort d'écrasement de la pièce B est d'autant plus grand que les ressorts Belleville R sont plus ou moins bandés par l'intermédiaire du volant V.

Le grain du presse-étoupe du piston plongeur P*p* est une sorte de lanterne qui permet de laver le piston P*p*, en y envoyant de l'eau.

Ce système est très bon, mais demande des soins particuliers. On ne doit pas y mettre trop d'escarbilles à la fois, et surtout des morceaux de corps durs tels que boulons, écrous, etc.

ÉJECTEUR POUR ESCARBILLES

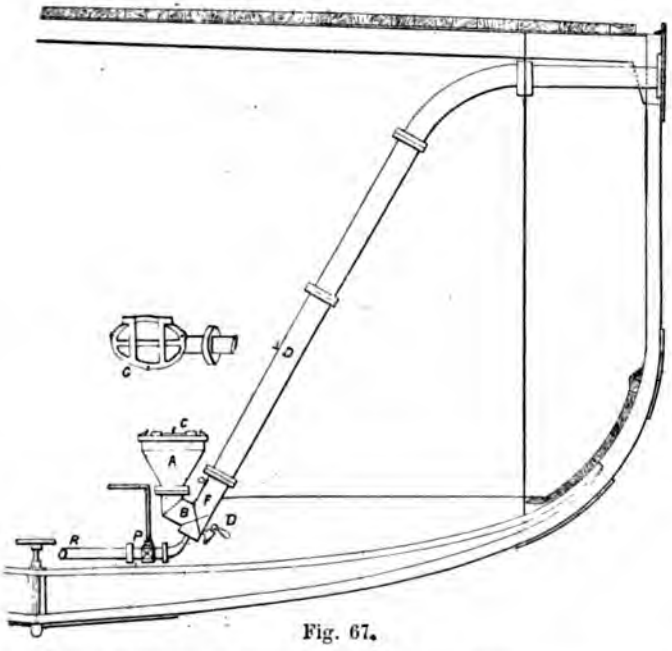


Fig. 67.

A, cuvette en fonte recevant les escarbilles.
C, porte de dégagement.
B et F, tubulures en fonte mettant en communication A, avec le tuyau d'expulsion D.
D, tuyau d'expulsion.
P, robinet donnant passage à l'eau de chasse.
R, robinet de purge.

Cet appareil se compose d'une cuvette en fonte A, munie d'un couvercle à charnière fermant hermétiquement. Cette cuvette de forme

Digitized by Google

elliptique est terminée par une partie cylindrique sur laquelle vient s'adapter une tubulure F, également cylindrique, et en fonte, et sur cette tubulure un tuyau D par lequel l'escarbille est expulsée au dehors. A l'extrémité inférieure de la tubulure F est fixé un tuyau tronconique B, près duquel est placé un robinet P en communication avec le refoulement d'un petit cheval spécial à ce service, ou d'une pompe puissante. Une soupape de sûreté et un manomètre doivent être placés sur le refoulement de la pompe.

Manœuvre. — L'appareil étant au repos, le couvercle C et le robinet P fermés, on met en marche ou le petit cheval ou la pompe; lorsque la pression atteindra 10 à 11 kilogrammes ; on ouvrira brusquement le robinet P, puis le couvercle C.

L'appareil étant en marche et la pression se maintenant constante, on continuera à remplir la cuvette A.

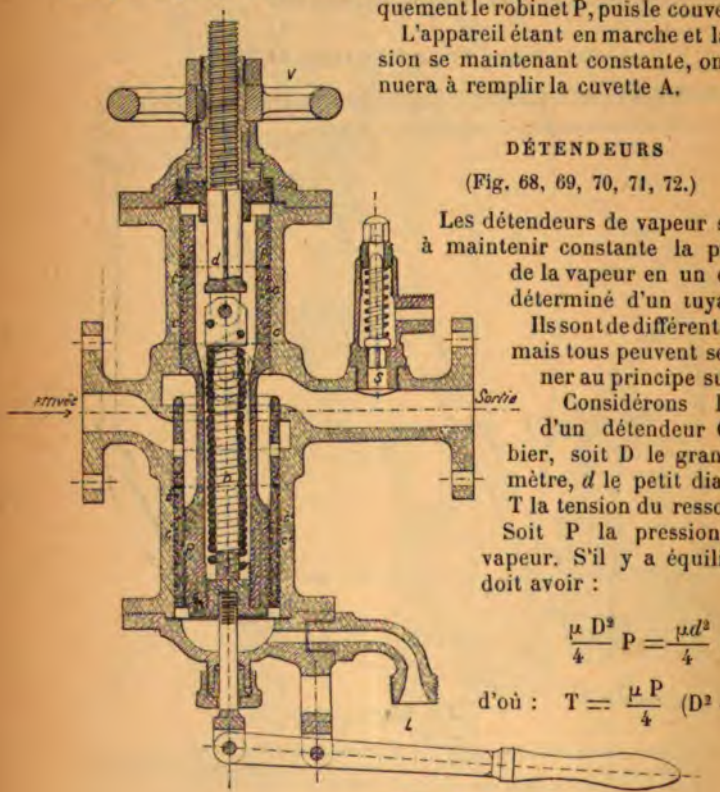


Fig. 68.

DÉTENDEURS

(Fig. 68, 69, 70, 71, 72.)

Les détendeurs de vapeur servent à maintenir constante la pression de la vapeur en un endroit déterminé d'un tuyautage. Ils sont de différents types, mais tous peuvent se ramener au principe suivant : Considérons le cas d'un détendeur Colombier, soit D le grand diamètre, d le petit diamètre, T la tension du ressort. Soit P la pression de la vapeur. S'il y a équilibre on doit avoir :

$$\frac{\mu D^2}{4} P = \frac{\mu d^2}{4} P + T$$

d'où : $T = \frac{\mu P}{4} (D^2 - d^2)$.

La tension T augmentera avec P par suite si P augmente, le ressort

Digitized by Google

se tend de plus en plus et ferme ainsi de plus en plus le passage de la vapeur.

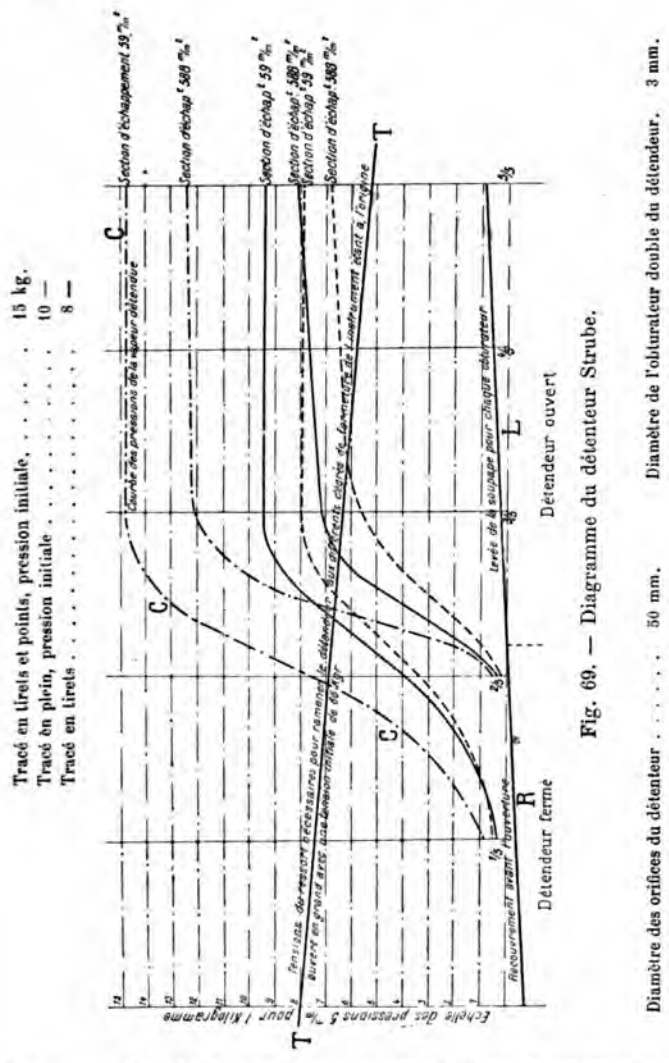


Fig. 69. — Diagramme du détenteur Strube.

Diamètre des orifices du détenteur . . . . . 50 mm. Diamètre de l'obturateur double du détendeur. 3 mm.

Cet appareil règle donc automatiquement l'arrivée de vapeur suivant la pression.

Digitized by Google

La figure fait comprendre suffisamment la disposition du détendeur Colombier. Il est employé sur beaucoup de bâtiments et marche généralement bien (fig. 68).

Le détendeur Strube (fig. 70.) se compose d'un obturateur double équilibré sous l'action de la vapeur, il est solidaire d'un piston actionné

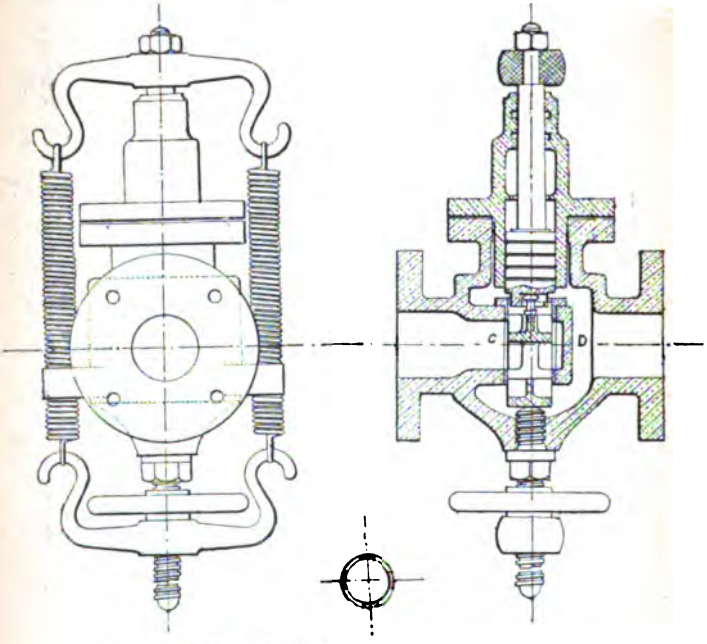


Fig. 70. — Détendeur Strube.

d'une part par la pression de la vapeur détendue, de l'autre par un ressort antagoniste. Ce ressort est constitué par deux boudins parallèles, auxquels on donne une tension convenable, en agissant sur un volant placé à la partie basse de l'appareil.

Le détendeur du Creusot (fig. 71.) est identique au précédent à part quelques particularités de construction.

Se reporter aux figures 71 à 75 pour voir les dispositions de quelques autres détendeurs couramment employés : les figures sont suffisantes pour en connaître le fonctionnement.

Détendeur du *Fleurus* (fig. 73).

Détendeur Müller et Roger (fig, 75).

Détendeur du *Turco* (fig. 74).

Détendeur automatique pour machines auxiliaires (fig. 72).

Digitized by Google

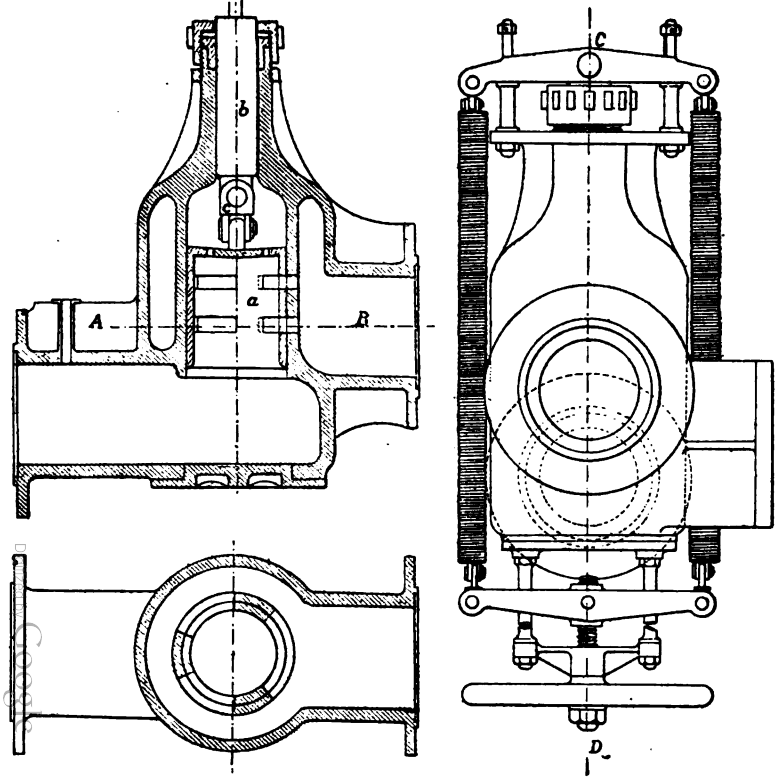


Fig. 71. — Détendeur du *Creusot*.

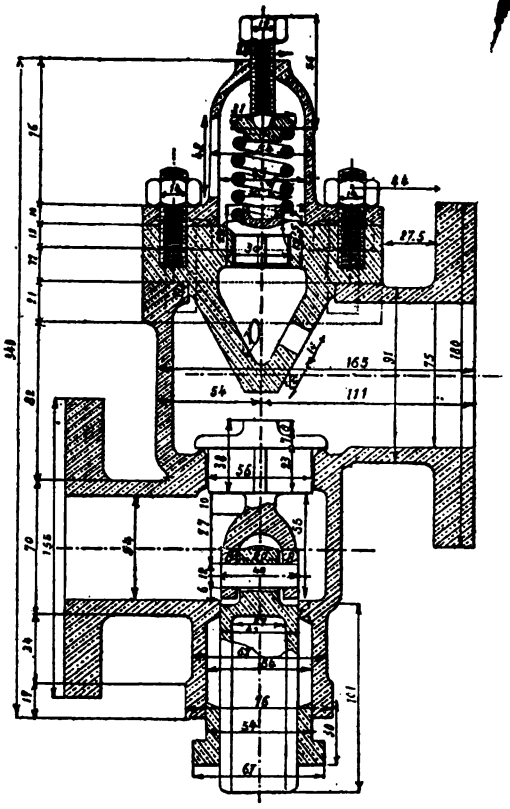


Fig. 72. — Détendeur automatique pour machines auxiliaires.

Vue 1.

Vue 2.

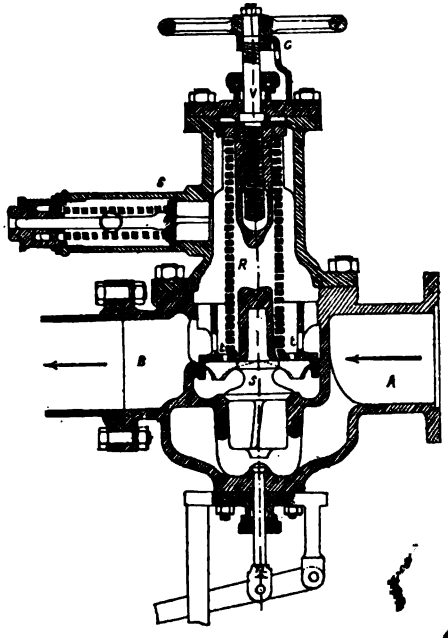


Fig. 74.
Détendeur du *Turco*.

Digitized by Google

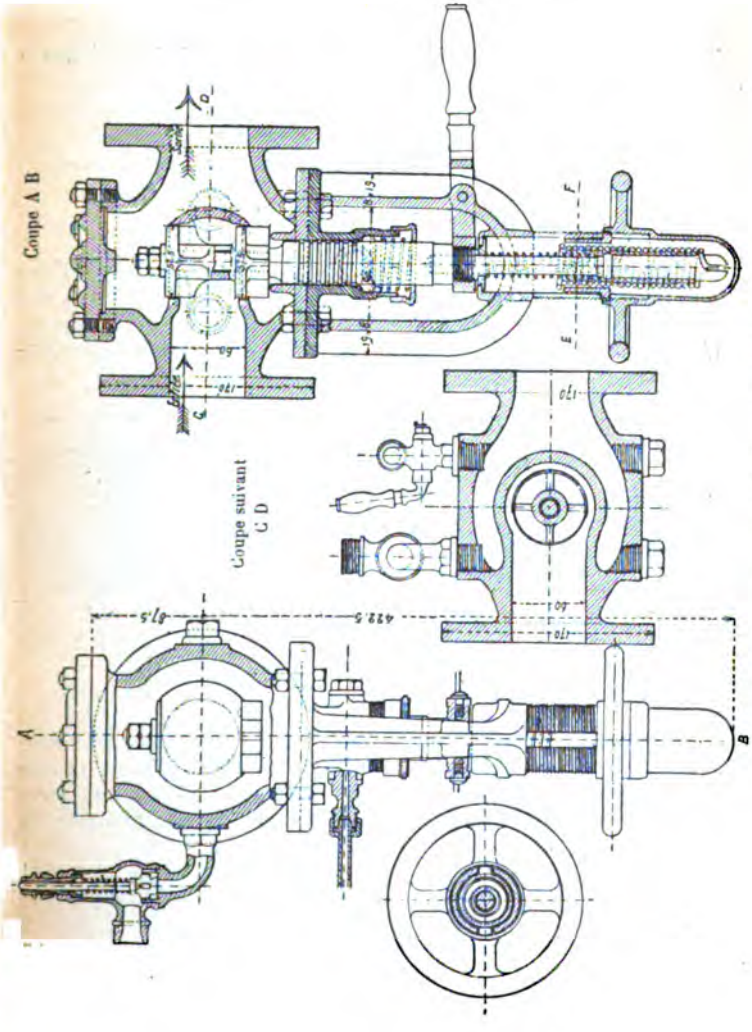


Fig. 75. — Détendeur Muller et Roger.

Digitized by Google

ACCESSOIRES DES CHAUDIÈRES. — MOYENS DE CONSOLIDATION

Les parois planes des chaudières sont consolidées à l'aide d'entretoises ou de tirants, suivant leur écartement.

ENTRETOISES

(Fig. 76, vues 1, 2, 3, 4, 5.)

Les entretoises sont employées pour la consolidation des lames d'eau situées autour des foyers des chaudières à faces planes et celles des boites à feu dans le type précité et celui des chaudières cylindriques.

L'entretoise est formée d'une tige de fer de 30 millimètres de dia-

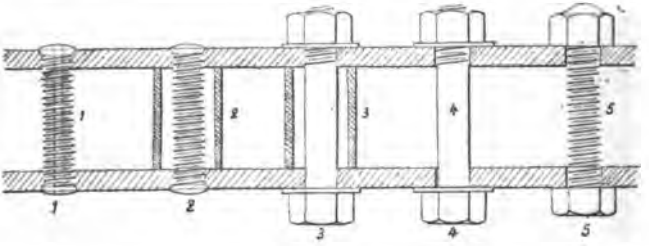


Fig. 76.

mètre, taraudée, à filets très fins sur toute sa longueur. Elle est vissée dans les deux tôles à réunir et ensuite rivée à froid. Elle est munie d'une douille de fer, quand les lames d'eau sont horizontales, pour atténuer l'action du poids de la partie supérieure qui augmenterait la fatigue du filetage.

On ne commence le rivetage des entretoises que lorsqu'elles sont toutes en place pour éviter les vibrations des tôles et leur rapprochement.

Les vues 3, 4, 5 représentent les entretoises que l'on emploie dans les réparations, quand on ne possède pas un taraud de longueur suffisante pour tarauder les deux tôles à la fois. Quand on se sert de ces entretoises il faut toujours interposer une rondelle enduite de blanc de céruse et de minium entre l'écrou et la tôle pour augmenter le partage de l'écrou et assurer le joint.

Digitized by Google

L'espacement des entretoises varie entre 15 et 20 centimètres pour les lames d'eau étroites.

TIRANTS

(Fig. 77.)

Les tirants des chaudières à faces planes sont formés par des barres de fer rond de 42 millimètres de diamètre ou carrées de 40 millimètres de côté, terminées par un œil à chaque extrémité.

Cet œil s'engage entre deux cornières rivées sur les tôles des faces

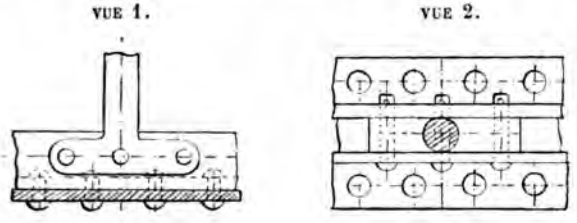


Fig. 77.

planes que les tirants doivent protéger contre l'effort d'écartement exercé par la pression. La jonction des tirants avec ces cornières se

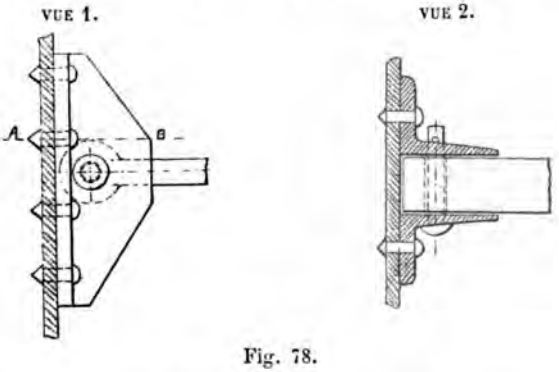


Fig. 78.

ait à l'aide d'un boulon qui passe librement dans le trou des cor-ıières mais qui a du jeu dans l'œil du tirant.

Ce jeu a pour but de compenser l'inégalité de dilatation qui résulte 'e la différence de longueur des tirants.

Digitized by Google

Les cornières sur lesquelles sont fixés les tirants servent d'armatures et répartissent mieux l'effet exercé par ces derniers.

L'écartement des tirants dans les chaudières à faces planes varie de 35 à 50 centimètres, il n'est guère possible de les rapprocher davantage à cause des nécessités de visite et de nettoyage.

Dans les chaudières cylindriques à haute pression, les tirants sont ronds et ont un diamètre de 50 millimètres, ils sont réunis d'une façon rigide avec les cornières ou armatures rivées sur les faces planes de la chaudière. Leur jonction se fait à l'aide de 3 boulons, munis de goupilles, dont les centres sont distants de 75 millimètres. On ne laisse pas de jeu aux boulons parce que les tirants ont tous la même longueur.

Dans quelques types de chaudières ou pour des tirants isolés, on emploie la disposition représentée par la figure 91. La rondelle extérieure est plus large pour mieux répartir la pression de l'écrou.

GOUSSETS EN TÔLE OU ÉCHARPES

On place des écharpes dans toutes les parties d'une chaudière où on ne peut mettre de tirants, on fait ainsi supporter à l'enveloppe la fatigue longitudinale qui serait supportée par les tirants. Le plan médian de l'écharpe doit être placé suivant un rayon de la surface cylindrique.

L'écharpe est formée d'une tôle triangulaire, armée de deux cornières sur les deux côtés de l'angle droit, ces cornières sont rivées sur les tôles à réunir. L'angle de la tôle est échancré, car un partage exact peut offrir des inconvénients au point de vue de la dilatation. (Voir les *Chaudières cylindriques.*)

Calcul des dimensions des entretoises et des tirants. — On a vu précédemment que pour la disposition des entretoises il est bon de laisser entre elles un espace de 15 à 20 centimètres.

La surface de protection est l^2 si l représente l'écart entre deux entretoises. L'effort exercé sera $l^2 \times P$. La section du tirant ou entretoise est $\frac{\pi d^2}{4}$ et si R désigne l'effort qu'on peut faire supporter en toute sécurité au métal par centimètre de surface, l'effort auquel pourra résister le tirant sera $\frac{\pi d^2 R}{4}$.

Pour qu'il y ait équilibre il faut que :

$$\frac{\pi d^2}{4} \times R = P \times l^2$$

d'où

$$d^2 = \frac{4P \times l^2}{\pi R}$$

Digitized by Google

Si $$R = 500^{k}$$

on aura $$d^{cm} = 0{,}05\, l\sqrt{P}$$

Pour tenir compte de l'usure par la rouille on ajoute 6 millimètres sur le diamètre pour les tirants. Pour les entretoises on ajoute 4 millimètres pour tenir compte du fer enlevé pour le filetage, de sorte que cette formule devient :

$$d = 0{,}05\, l\sqrt{P} + 0{,}6$$

$$d = 0{,}05\, l\sqrt{P} + 0{,}4$$

Trous d'homme (fig. 79) **et portes autoclaves** (fig. 80). — Le trou d'homme est une ouverture située à la partie supérieure des chaudières, sa section doit être suffisante, comme son nom l'indique, pour livrer passage à un homme. La forme est ovale pour que l'on puisse y

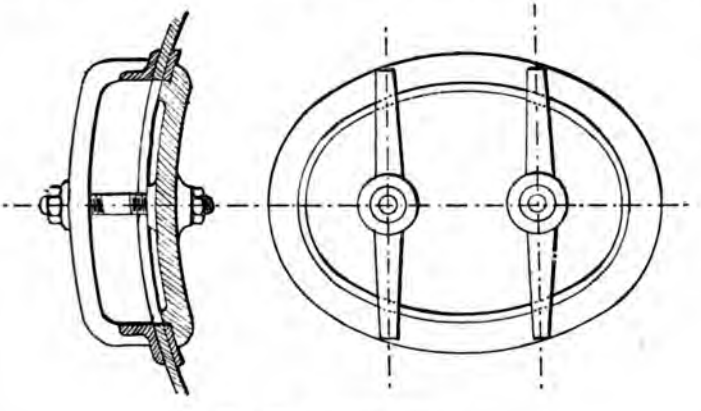


Fig. 79. — Trou d'homme.

introduire la porte de can et la retourner ensuite pour l'appliquer entre les bords intérieurs du trou.

Pour renforcer une tôle affaiblie en cet endroit par cette grande ouverture, on place à l'extérieur une cornière qui entoure les bords à l'intérieur une couronne en tôle contre laquelle vient appliquer porte elle-même, ces deux pièces rapportées sont rivées.

La porte est en fonte et porte à l'intérieur un rebord en saillie qui empêche de glisser. Le serrage s'effectue à l'aide de deux griffes en

Digitized by Google

fer, traversées chacune par un boulon, et placées parallèlement au petit axe de l'ovale.

La porte est préalablement garnie d'une tresse en chanvre, imbibée de céruse, et quelquefois on ajoute un filet de minium.

Lorsque la chaudière est en fonction, la pression intérieure tend à assurer le joint en appliquant celle-ci contre les bords du trou.

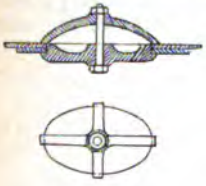


Fig. 80.

Les portes autoclaves ont la même forme que celles des trous d'homme, mais les dimensions sont plus petites. L'ouverture n'est renforcée, de ce fait, qu'à l'intérieur par une couronne en tôle de fer. La porte possède un goujon placé à son centre et le serrage est obtenu à l'aide d'une griffe à quatre branches. Le joint se fait de la même façon que celui des trous d'homme.

Ces ouvertures sont pratiquées entre les foyers et à la hauteur du ciel.

Sur les chaudières cylindriques à haute pression, les ouvertures sont un peu plus grandes que celles des chaudières à moyenne pression; on obtient le joint en plaçant deux griffes en fer au lieu d'une seule à quatre branches.

Trous de sel (fig. 81). — Les trous de sel sont des ouvertures pratiquées à la partie inférieure sur les chaudières à moyenne pression et ont pour but de permettre de retirer le sel piqué sur le ciel, etc. Les portes sont en fonte et ont, comme les trous, un forme triangulaire. La tôle est renforcée comme dans le cas précédent par une tôle rivée intérieurement et le joint est obtenu à l'aide d'une griffe à trois branches, traversée par un goujeon fixé au centre de la porte.

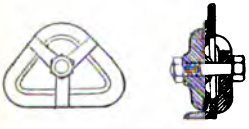


Fig. 81.

ENVELOPPE DES CHAUDIÈRES

On évite les pertes de chaleur dues au rayonnement en entourant les chaudières d'une couche de feutre recouvert de toile. Le feutre réunit mieux les propriétés principales que doit posséder un revêtement de chaudières, à savoir :

1° Empêcher autant que possible la déperdition de la chaleur;

2° Etre facile à appliquer, à réparer et à enlever en petites parties;

3° Déceler rapidement les fuites d'eau ou de vapeur et permettre d'y porter remède sans trop de dégâts;

4° Etre aussi léger que possible;

Digitized by Google

5° Être incombustible, ou tout au moins très peu combustible dans les conditions où il est employé.

Voici quelles sont les prescriptions concernant l'emploi du feutre comme revêtement des chaudières ;

1° Arrêter le feutre et la toile sous des feuillards en Z à $0^m,40$ environ des portes de boîtes à tubes, conduits de fumée et culotte de cheminée à $0^m,25$ des façades dans la partie basse jusqu'à $0^m,50$ environ au-dessus des foyers, et à $0^m,25$ des trous d'homme et trous de visite par lesquels on peut avoir à introduire des bougies ;

2° Recouvrir les portions de surfaces baignées par l'eau et la vapeur, mais laissées à nu par le feutre conformément au paragraphe précédent, d'une couche de 3 à 4 centimètres d'enduit à la vase de rivière et à la bourre de bœuf maintenu par un filet métallique à larges mailles ;

3° Protéger la partie basse du feutrage entre les chaudières et dans les coursives par une tôle de $1^{mm},5$ d'épaisseur et $0^m,80$ de hauteur environ, et clore les intervalles sur la façade par un écran, pour empêcher le contact du feutre avec les outils de chauffe ou les escarbilles projetées pendant l'extinction du charbon ou du mâchefer après la mise bas des feux ou pendant le décrassage.

Les revêtements adoptés provisoirement pour les chaudières à pression très élevée et à combustion très active sont les suivants :

1° Un matelas de silicate de coton entre deux toiles d'amiante et au besoin une tôle zinguée par-dessus ;

2° Un matelas d'amiante entre deux toiles d'amiante.

Toutes ces dispositions ont pour but d'éviter les deperditions de chaleur par rayonnement et de rendre le séjour de la chambre de chauffe beaucoup plus supportable. Ces enveloppes sont peintes avec une couleur claire pour les mêmes raisons.

DIVERSES PORTES DE FERMETURE DES FOYERS DES TORPILLEURS

(Fig. 82.)

Dans la chaudière Lagraffel, du Cassini, les portes de fourneau présentent une disposition particulière de fixité quand elles sont ouvertes. Au moment où lève le linguet L qui oscille autour de l'axe A un talon T étant engagé dans une traverse B dont l'extrémité E s'engage dans un adent de même forme, cet adent fait partie de la façade de la chaudière. En levant L, lorsque l'on ouvre la porte, le talon T dégage de E′, la porte est libre une fois ouverte, L retombe, B revient sur ses pas, et l'extrémité E de B s'engage dans E′, la porte est fixe pendant la durée du chargement. En refermant la porte, le linguet reprend sa position et E s'engage dans l'adent E′. les portes des

Digitized by Google

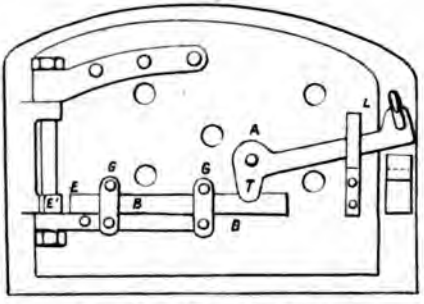


Fig. 82. — Porte du *Cassini*.

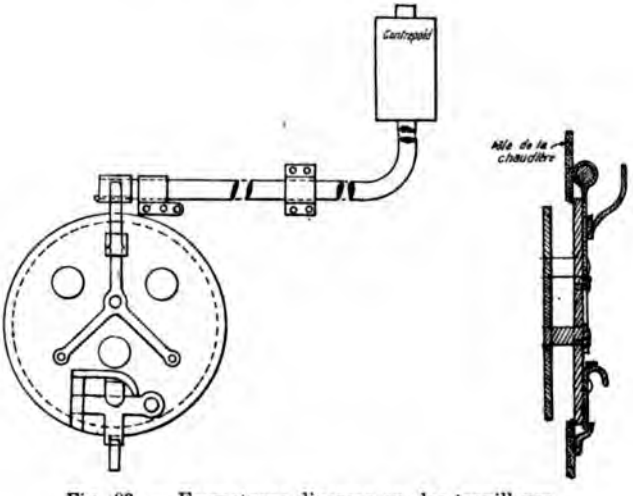


Fig. 83. — Fermetures diverses sur les torpilleurs.

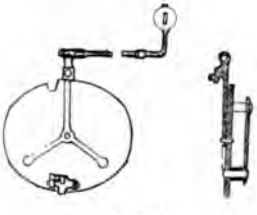


Fig. 84.

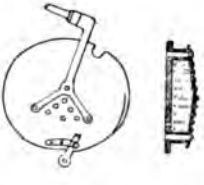


Fig. 85. — Normand.

Digitized by Google

figures 83, 84 et 85 employées sur les torpilleurs ne présentent rien de particulier; la double tôle de la porte Normand est armée de pointes pour le dégagement de la chaleur qui s'échappe par ces pointes et est emportée dans le foyer par l'air arrivant par les trous percés sur la porte extérieure.

TIRAGE

Il existe deux sortes de tirage : le tirage naturel et le tirage artificiel :

1° **Tirage naturel.** — Le tirage naturel est dû à la différence des densités entre les gaz fortement chauffés qui remplissent la cheminée et l'air extérieur.

Il en résulte une force d'appel qui précipite l'air frais de la chambre de chauffe dans les foyers. Cette force augmente avec la section d'entrée des cendriers, avec le rapport de la section de la cheminée au vide des grilles, et avec sa hauteur. Mais à cause du frottement des gaz sur la paroi intérieure de la cheminée, l'accroissement de la hauteur de cette dernière au-dessus d'une certaine limite, ne fait pas augmenter le tirage.

En pratique, la hauteur de la cheminée se détermine pour chaque bâtiment suivant son creux sur quille, sous la condition de ne pas brûler le gréement et de ne pas avoir le pont envahi par la fumée, aussi le tirage est-il réglé, non par la hauteur[1] de la cheminée, mais plutôt par sa section. La vitesse d'écoulement des gaz avec ce mode de tirage est de 2 à 3 mètres par seconde.

Causes extérieures qui peuvent modifier le tirage des cheminées. — Le tirage des cheminées peut être modifié par :

1° La direction des vents au sommet de la cheminée ;
2° Par la température de l'air extérieur ;
3° Par la pression de l'atmosphère ;
4° Par l'état hygrométrique de l'air.

1° *Direction des vents.* — Ces vents ont, en général, des directions peu inclinées à l'horizon et leur influence est très petite sur une cheminée un peu élevée, mais si la cheminée dépasse peu le roof central, et qu'une partie de la voilure soit établie, les courants d'air prennent la direction des surfaces qu'ils rencontrent et peuvent avoir des directions très inclinées à l'horizon en haut et en bas.

° *Influence de la température de l'air extérieur.* — Quand la temature de l'air brûlé dans une cheminée reste constante, et que la ıpérature extérieure s'élève ou s'abaisse, le tirage diminue ou

Cette hauteur est d'environ 14 mètres.

Digitized by Google

augmente. L'influence de ces variations se fait sentir principalement sur les phénomènes qui se produisent dans le foyer. Ainsi, tout concourt à rendre le tirage de cheminées plus grand dans les pays froids que dans les pays chauds.

3° *Influence de la pression atmosphérique.* — En supposant encore l'air brûlé à la même température dans la cheminée, lorsque l'air est à différentes pressions, la vitesse d'écoulement resterait la même, quelle que fût la pression extérieure, si la combustion ne variait pas; seulement, le poids de l'air appelé diminuant avec la pression, on brûlerait des quantités de combustible qui varieraient proportionnellement à la variation de cette pression.

4° *Influence de l'état hygrométrique de l'air.* — Comme les variations de pression et de température extérieure, la variation de l'état hygrométrique de l'air est sans influence sensible sur la vitesse d'écoulement de l'air brûlé, et le tirage ne devrait éprouver qu'une légère diminution par l'accroissement de l'humidité de l'air, si cette humidité ne modifiait la combustion. A mesure que la quantité de vapeur d'eau en dissolution dans l'air augmente, une plus grande quantité d'air échappe à la combustion et l'effet utile du combustible diminue.

On voit d'après cela, que dans les temps lourds, et que l'on devrait désigner de l'épithète contraire, où l'on trouve à la fois une faible pression, une température élevée et de l'air presque saturé de vapeur d'eau, le tirage est beaucoup plus faible que dans les temps froids et secs, qui sont toujours accompagnés d'une grande hauteur de la colonne barométrique.

2° Tirage forcé. — Il résulte de ce qui précède qu'avec le tirage naturel on est à la merci de circonstances indépendantes de la volonté, et que la production de vapeur ne peut être influencée que par la conduite des feux.

Pour annuler l'influence des causes extérieures qui peuvent modifier le tirage et augmenter la dépense de charbon, la production de vapeur et par suite de puissance du moteur, on emploie le tirage artificiel ou forcé. Ce mode de tirage est aussi employé lorsque, pour des raisons d'installation, on ne peut donner à la cheminée une hauteur suffisante pour déterminer le tirage nécessaire.

Le tirage forcé est produit dans la marine de deux façons : la première consiste à projeter un jet de vapeur dans la cheminée et la seconde à refouler de l'air dans la chambre de chauffe, sous pression.

Tirage forcé par jets de vapeur. — Avec ce procédé les jets vapeur se mélangent aux produits de la combustion et les entraine par frottement en leur communiquant une partie de leur quantité d mouvement.

Deux systèmes sont employés dans la marine, pour obtenir ce mod de tirage.

Digitized by Google

1° *Creusot* (fig. 86.) — Le Creusot place, à la base de la grande cheminée, un cylindre d'un diamètre égal à la moitié de celui de la cheminée et qui reste en contre-bas de la cheminée d'environ 2 fois et demie le diamètre de celle-ci. Un jet de vapeur terminé par un ajutage divergent, débouche au centre et à un mètre de la base du cylindre intérieur et détermine le tirage ;

2° *Indret* (fig. 87). — L'établissement d'Indret emploie un jet de vapeur central et quatre autres placés aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires d'une circonférence, dont le rayon est égal à la moitié de celui de la cheminée.

3° *Anémomètre* (fig. 88). — Cet instrument se compose d'un tube

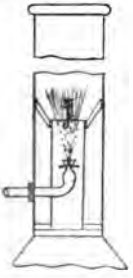


Fig. 86.

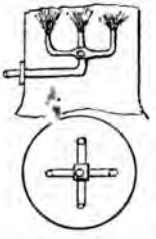


Fig. 87.

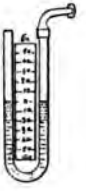


Fig. 88.

recourbé en forme d'U, communiquant par une de ses extrémités à l'air libre, et par l'autre, avec l'intérieur de la chambre de chauffe. La différence de niveau d'eau, dans les deux branches, indique la pression d'air.

Tirage forcé en chambre close. — Le tirage forcé avec jet de vapeur ne suffisant pas pour des combustions très actives, on emploie souvent le deuxième procédé, soufflage dans les chaufferies. Un anémomètre (fig. 88) indique la pression d'air en centimètres ou en millimètres.

Ce procédé consiste à clore aussi exactement que possible la chambre de chauffe, les panneaux, manches, etc., qui y communiquent, et à y maintenir, par l'emploi de ventilateurs, une pression d'air suffisante pour déterminer le tirage désiré. Ce tirage varie entre 1,5 et 15 centimètres.

Avantages et inconvénients des deux procédés. — 1° *Par jets de vapeur.* — Ce système est très facile à installer et n'est avantageux que pour les machines sans condensation ou à condensation par mélange. Il a l'inconvénient de faire perdre une certaine quantité d'eau douce pour les machines munies de condenseurs par surface, et de

Digitized by Google

produire un bruit fort gênant pour la transmission des commandements sur le pont.

2° *En vase clos.* — Ce système est plus économique et évite en partie les inconvénients du système précédent, en présentant toutefois certains défauts.

Il faut établir des ventilateurs (fig. 89) beaucoup plus puissants qu'ils

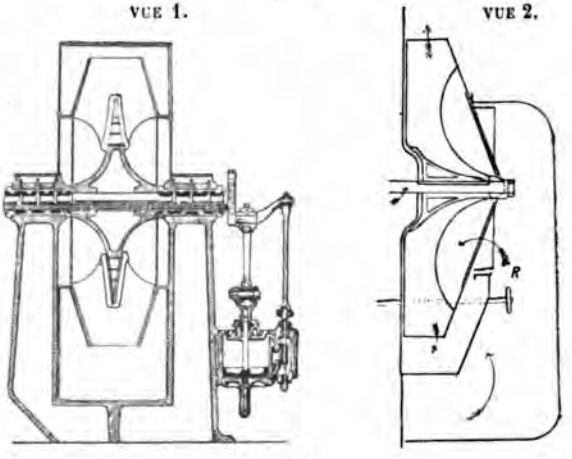


Fig. 89.

ne devraient l'être pour compenser les fuites par les diverses ouvertures. La fermeture complète, outre la difficulté qu'elle offre, produit presque toujours une température insupportable dans la chambre de chauffe, et on voit encore là la nécessité d'augmenter la puissance des ventilateurs pour pouvoir laisser quelques dégagements d'air chaud dans les parties les plus élevées de la chaufferie. De plus, toutes les portes de communication avec la chambre de chauffe doivent être doubles avec interposition d'un tambour, pour ne pas y occasionner de dépression, quand on veut en sortir ou y entrer.

PRINCIPAUX TYPES DE CHAUDIÈRES

EMPLOYÉES DANS LA MARINE

D. — Quels sont les différents types de chaudières employées dans la marine ?

R. — Les différents types de chaudières employées dans la marine sont :

Digitized by Google

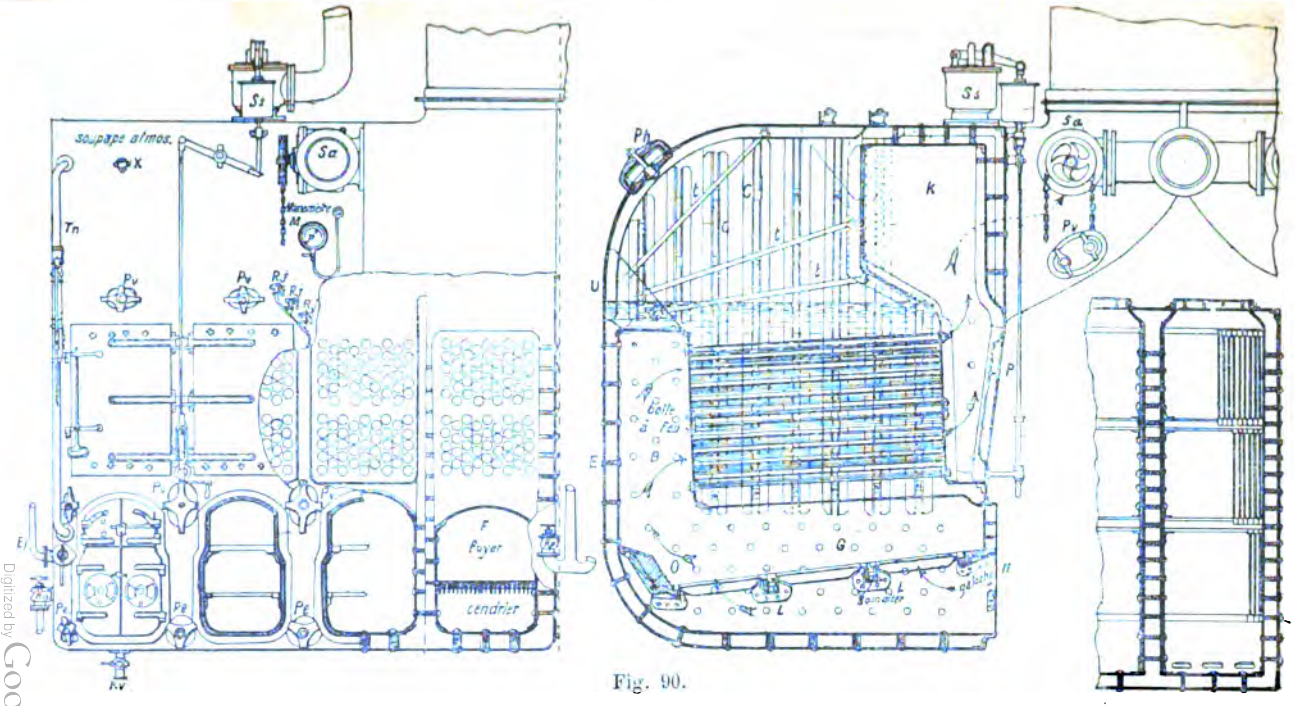


Fig. 90.

Ss, soupape de sûreté.
Sa, soupape d'arrêt.
R', robinets jauges.
Tn, tube de niveau.

Ra, régulateur d'alimentation.
K, conduit de fumée.
P, porte de boîte à tubes.
Rv, robinet de vidange.

Ef, extraction de fond.
Rp, refoulement des pompes alimentaires.
Pe, trous de sel.

Pv, portes de visite.
Ph, trou d'homme.
B'f, boîte à fumée.

Digitized by Google

1° *Les chaudières de forme parallélipipédique, à faces planes, tubulaires, à retour de flammes, courant intérieur dans les tubes et à moyenne pression* (fig. 90).

Dimensions principales des chaudières à faces planes (type haut).

DÉSIGNATION	DIMENSIONS ou RAPPORTS
Section des tubes avec bagues par foyer.	0^{m2},243159
Rapport de la section ci-dessus à la surface de grille d'un foyer	0,132
Surface de chauffe par foyer. { Fourneau et boîte à feu	7^{m2},9740
Surface de chauffe par foyer. { Tubes	67,5650
Surface de chauffe par foyer. { Totale	75,5390
Rapport de la surface ci-dessus à la surface de grille. .	24,75
Volume d'eau par foyer.	3^{m3},411
Volume de vapeur par foyer	3^{m3},165

Ces formes de chaudières nécessitent, pour résister à la pression à laquelle elles sont soumises, l'emploi de cornières, d'entretoises et de tirants qui relient les faces opposées. Ce type de chaudières tend à disparaître avec la haute pression employée dans les machines nouvelles.

Dans cette forme, il y a le type haut et le type bas; mais ils ne diffèrent que par leurs dimensions.

Les avantages de ces chaudières consistent principalement dans la facilité de leur nettoyage, de leur entretien, dans l'absence d'avaries graves et dans leur durée. Soumises à une faible pression, il ne se produit généralement pas de fuites, ni dans les assemblages des tôles, ni dans les rivures des tubes; elles peuvent subir une usure assez sensible sans pour cela cesser d'être assez résistantes; les réparations sont faciles, l'activité modérée des feux ne donne pas lieu à ces tiraillements occasionnés par une chauffe activée; leur nettoyage est facile; elles ont des volumes d'eau et de vapeur considérables, ce qui est une raison pour la constance du niveau et celle de la pression. Une irrégularité dans l'alimentation et dans la chauffe ne produit pas immédiatement une variation trop accentuée dans le niveau et dans la pression. Leur inconvénient est justement dans leur encombrement et dans la faiblesse de la pression de la vapeur. Les machines qu'elles alimentent sont lourdes; elles ne conviennent ni aux grandes puissances ni aux allures rapides; elles ne peuvent pas convenir pour les nouveaux appareils très puissants et à allure rapide. La consommation

Digitized by Google

des machines qu'elles alimentent est très élevée. On utilise celles qui sont encore en magasin, pour les bâtiments d'une certaine valeur militaire, et qui sont encore armés mais on n'en construit plus.

Dimensions principales des chaudières à faces planes à quatre foyers.

DÉSIGNATION		TYPE HAUT à 4 foyers	TYPE BAS à 4 foyers
Corps de chaudière	Poids, sans sécheur ni accessoires. . .	30 400kg	23 800kg
	Poids des accessoires.	8 208kg	7 854kg
	Poids (rempli au niveau normal) . . .	52 608kg	42 854kg
	Poids, entièrement rempli d'eau avec accessoires.	65 758kg	52 654kg
	Largeur devant les foyers	3m,91	3m,91
	Longueur des côtés	3m,15	3m,10
	Hauteur totale.	4m,10	3m,30
	Volume extérieur	47m3,715	36m3,121
Sécheur. .	Poids	3 020kg	3 020kg
Eau.	Poids au niveau normal pour la chauffe.	14 000kg	11 300kg
	Epaisseur des lames d'eau. — Entre les foyers	0m13 à 0m15	0m13 à 0m15
	Epaisseur des lames d'eau. — Entre les foyers latéraux et l'enveloppe.	0m,11	0m,11
	Epaisseur des lames d'eau. — Entre les tubes.	0m,10	0m,10
Vapeur.	Volume du coffre à vapeur.	12m3,462	9m3,165
	Rapport du volume de vapeur à celui de l'eau	0,890	0,813
	Volume intérieur d'un sécheur	1m3,360	1m3,360
	Volume du coffre à vapeur à celui du sécheur	0,11	0,148
Surface de chauffe	Des foyers et boîtes à feu (directe). .	32m2,22	26m2,736
	Par foyer	8m2,055	6m2,6842
Surface de chauffe.	Des tubes	153m2,78	112m2,50
	Totale de la chaudière moins le sécheur.	186m2	139m2,33
	D'un sécheur	14m2,72	10m2,85
Volume de la partie où se fait la combustion . .		20m3,156	14m3,28
Volume de la chambre à eau par foyer		3m3,500	2m3,800
Volume de la chambre à vapeur par foyer. . . .		2m3,800	2m3,500
Volume d'eau par cheval de 75kgm.		28lit,02	27lit,89
Volume de vapeur par cheval de 75kgm		25lit,51	26lit,52
Cheminée, section par corps 1/8 de la surface de grille environ.		0m2,9005	0m2,6725
Soupapes de sûreté.	Grand diamètre	0m,27	0m,238
	Petit diamètre.	0m,25	0m,220

2° *Les chaudières cylindriques, tubulaires, à retour de flammes, à tubes avec eau à l'extérieur, et à haute pression* (fig. 91).

Ces chaudières sont employées sur les cuirassés et sur les croiseurs. Le corps de ces types de chaudières qui peut comprendre 2 ou 3

Digitized by Google

fourneaux, se compose d'un cylindre enveloppe formé par des viroles de fer ou d'acier assemblées par une couture à trois rangées de rivets

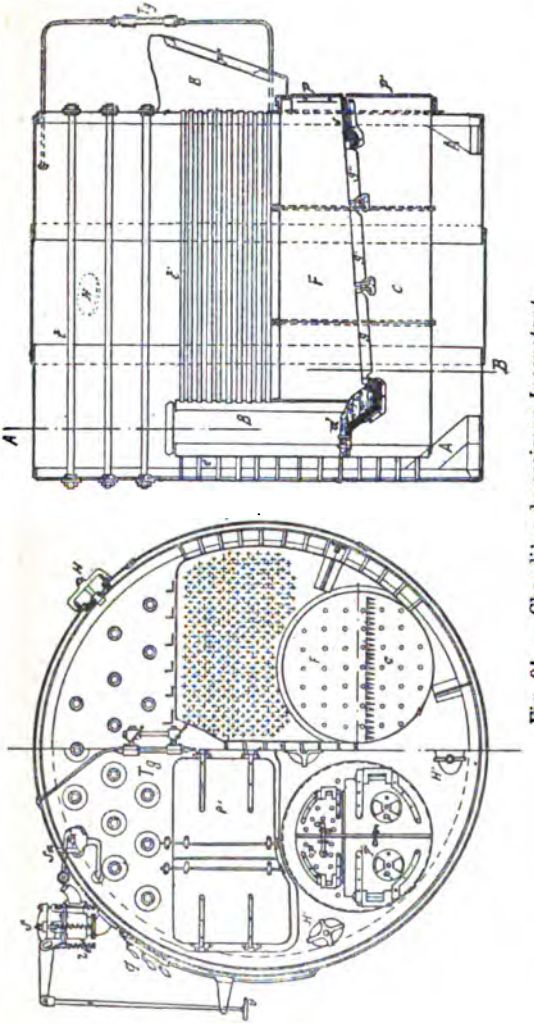


Fig. 91. — Chaudière du croiseur *Inconstant*.

A, goussel.
B, boîte à feu.
B', boîte à fumée.
C, cendrier.
F, foyer.
H, trou d'homme.
H', porte de visite.
P, porte de fourneau.
P', porte de cendrier.
P'', porte de boîte à fumée.
p, papillons des portes de cendrier.
q, robinets jauges.
Tg, tube de niveau.
d, autel.
g, barreaux de grilles.
r, tirants.
t, tubes.
s, sommier.
e, entretoises.
Sa, soupape avertisseuse.
s, soupape de sûreté.
r, ressorts à section carrée.
v, volant de manœuvre.

et fermé à ses extrémités par deux fonds à pinces rabattues, également rivées aux extrémités du cylindre. Le fond extérieur constitue la face avant de la chaudière. Dans l'intérieur du cylindre sont logés : les

Digitized by Google

fourneaux, leurs boîtes à feu et les faisceaux tubulaires. La boîte à feu affecte une forme rectangulaire, elle est reliée au fond par des entretoises taraudées dans l'épaisseur des tôles et rivetées à leurs deux extrémités. La face supérieure de cette boîte à feu, est renforcée

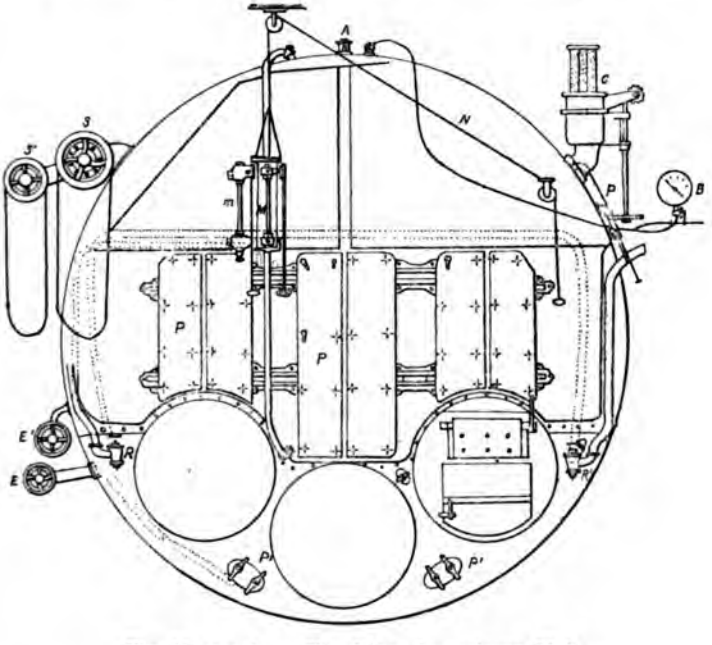


Fig. 92, vue 1. — Chaudières du croiseur *l'Isly*.

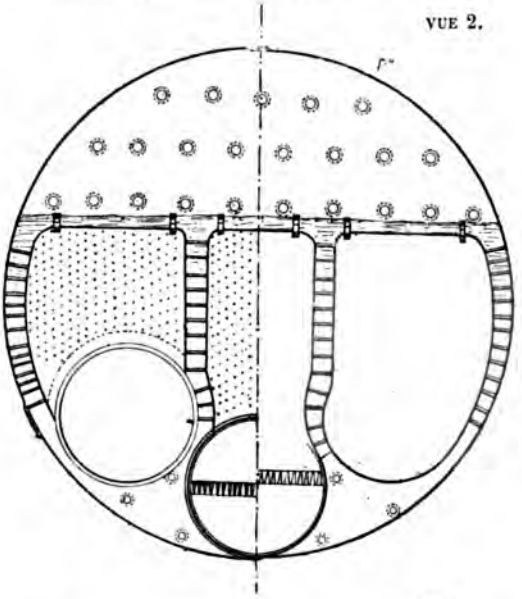
RR', régulateurs d'alimentation.
E, robinet d'extraction de fond.
E', robinet d'extraction de surface.
P, portes des boîtes à tubes.
P', portes de nettoyage.
P'', trou d'homme.
S, soupape d'arrêt pour l'appareil moteur.
S', soupape d'arrêt pour les machines auxiliaires.
A, soupape avertisseuse.
C, soupape de sûreté.
B, manomètre.
M et *m*, grande et petite monture de niveau.
N, manœuvre de fermeture des niveaux.
p, robinets jauges.

par des cornières, les ailes de ces cornières sont à angle abattu, les tubes sont rivetés sur la face intérieure de la boîte à feu et sur la face avant de la chaudière. Le courant de fumée est formé par des tôles maintenues à l'aide d'écrous fixés sur la face avant de la chaudière.

Toutes les chaudières d'une même chaufferie aboutissent dans des galeries communes qui se rendent à la cheminée.

Dans ce type de chaudières, le foyer est quelquefois ondulé, ce qui

Digitized by Google



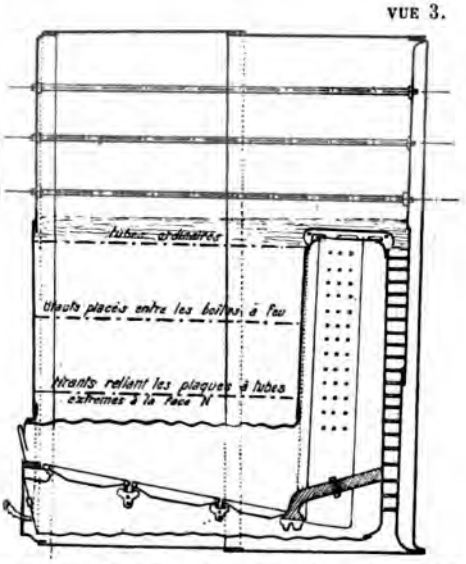


Fig. 92, vues 2 et 3. — Chaudière du croiseur *l'Isly*.

Digitized by Google

augmente sa surface de chauffe, sa résistance et son élasticité. Ce genre de foyer, système Fox, existe dans plusieurs chaudières (fig. 92 94 et 98).

CHAUDIÈRE DE L' « ISLY »

(Fig. 92, vues 1, 2 et 3.)

L'appareil évaporatoire du croiseur *l'Isly* se compose de 8 corps de chaudières fonctionnant à $7^{kg},250$. Ce type de chaudière comme l'indiquent les figures 1, 2 et 3 est à flammes en retour sous chambre à combustion. La seule différence que présentent ces chaudières sur les chaudières ordinaires cylindriques consiste dans une pression un peu plus élevée et dans l'emploi des foyers ondulés système Fox.

3° *Les chaudières cylindriques, tubulaires, à flammes directes, à chambre de combustion, avec eau à l'intérieur des tubes, à haute pression de* 6 *à* 8 *kilogrammes. Type Amirauté* (fig. 93 et suiv.).

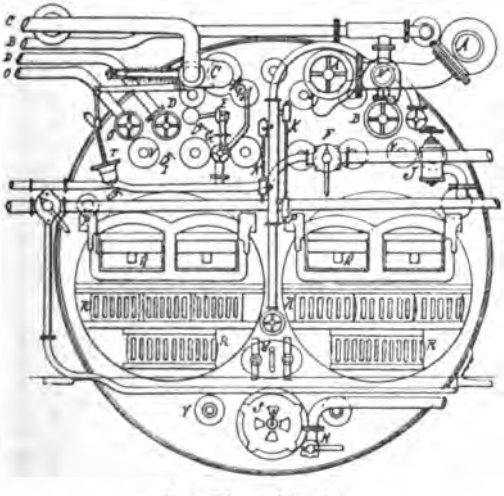


Fig. 93. — Vue 1.

Ces chaudières sont employées sur les croiseurs torpilleurs (*Surcouf*, *'orbin*, etc.) et sur quelques cuirassés (*Marceau, Magenta, Hoche, 'eptune*).

Ce type de chaudières comprend deux ou trois foyers, et se com-ose d'un cylindre formé par l'assemblage de trois viroles assemblées ntre elles par des coutures à deux rangées de rivets et fermé à ses

Digitized by Google

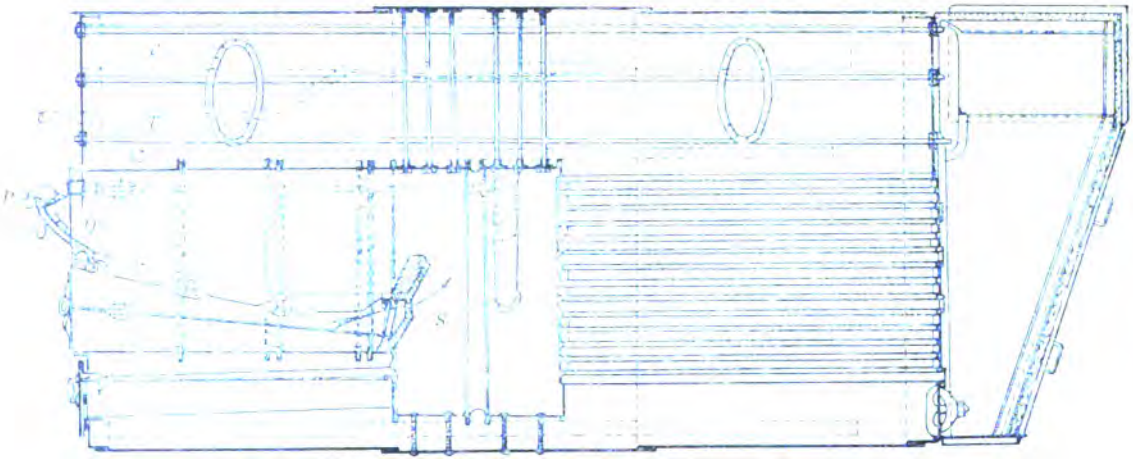


Fig. 93, vue 2. — Chaudière du *Surcouf* et *Forbin*.

A, soupape de prise des vapeur des machines motrices.
B, soupape de prise de vapeur des machines auxiliaires.
C, soupape de sûreté.
D, soupape d'évacuation au condenseur.
E, soupape avertisseuse.
F, robinet de prise d'eau de la pompe de brassage et d'extraction de surface.
H, robinet de refoulement de la pompe de brassage et de vidange.
G, soupape d'extraction de fond.
I, robinet de jauge.
J, régulateur alimentaire.
K, colonne de niveau.
L, soupape de prise de vapeur du niveau d'eau.
M, soupape de prise d'eau du niveau d'eau.
N, manomètres.
O, soupape de prise de vapeur de la pompe de circulation.
P, contrepoids des portes de fourneau.
Q, portes de fourneau.
R, portes grillagées et à coulisse des cendriers.
S, papillon de la conduite d'air débouchant derrière l'autel pour activer la combustion.
V, volant de manœuvre de la soupape de sûreté.
U, trou d'homme.
T, tirants longitudinaux.

Digitized by Google

extrémités par deux fonds à pinces rabattues, rivetées à l'extrémité du cylindre. Un de ces fonds forme une des faces de la boite à fumée et l'autre la face avant de la chaudière. Dans l'intérieur de ce cylindre, qui forme le corps extérieur de la chaudière, sont placés les foyers suivis d'une chambre de combustion, une tôle en forme d'U donne de l'élasticité à l'ensemble de chaque foyer et du faisceau tubulaire. Les tubes sont en acier sans soudures et quelquefois raboutés en cuivre

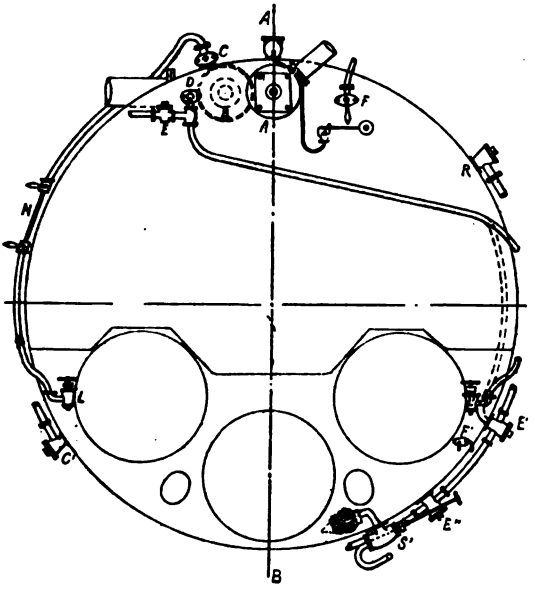


Fig. 94, vue 1. — Chaudière double du *Cécille.*

rouge à leurs extrémités ; ils sont rivetés sur la plaque de tête de la boite à fumée ; sur celle de la boite à feu, ils sont dudgeonnés et bagués. Les tubes tirants, représentant le sixième du nombre total des tubes ordinaires, sont vissés sur les plaques de tête de la boite à feu et portent deux écrous sur la plaque de tête de la boite à fumée par quelle ils sont introduits. A l'extrémité de chaque cendrier se trouve a volet par lequel on règle la quantité d'air nécessaire à achever la mbustion des gaz qui passent entre l'autel et l'écran formé par des iques réfractaires. Sous chaque cendrier il existe également un tube rmé à son extrémité extérieure par un évent semblable à celui des ortes de cendrier des chaudières ordinaires et dont on règle l'ouvere pour laisser passer une quantité d'air suffisante pour brûler les

Digitized by Google

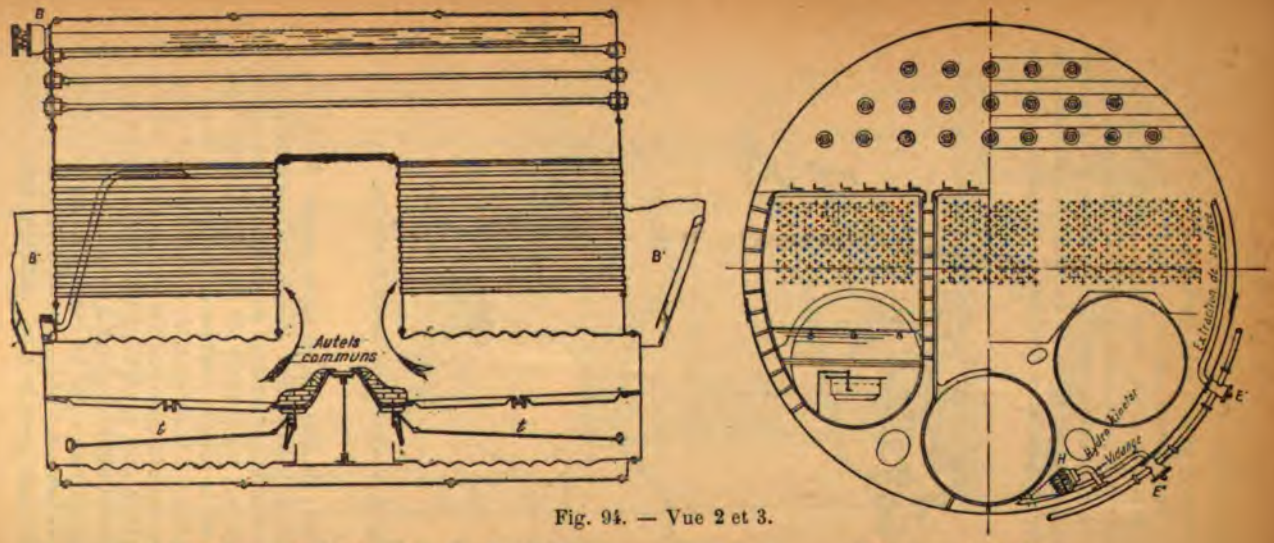


Fig. 94. — Vue 2 et 3.

A, soupapes de sûreté, deux par chaudière (une AV et l'autre AR).
B, soupape d'arrêt.
C, C', prises du niveau d'eau.
D, prise de vapeur des pompes de brassage.
E, communication des grandes chaudières.
F, prise de vapeur des ventilateurs.
R, robinets jauge.
S, soupape avertisseuse.
S', soupape des hydrokineter.
H, hydrokineter
L, alimentation par la machine.
L', alimentation par le thirion.
E', extraction de surface.
E'', extraction de fond.
F, robinet du salinomètre.
B, boîte à fumée.
N, niveau d'eau.
l, tringle de manœuvre des papillons donnant de l'air dans la boîte à feu.

Nombre de chaudières	6
Unité le kilogramme	6kg,250
Diamètre extérieur	4m,500
Longueur	5m,120
Diamètre intérieur du foyer	1m,10
Longueur du plan de grille	2m,00
Surface de grille par foyer	2m,200

Surface de chauffe par foyer directe	8m²,16
— — par tubulure	53m²,58
Diamètre intérieur des tubes	66 mm,
— extérieur des tubes	75 —
— intérieur des tubes tirants	63 —
— extérieur des tubes tirants	75 —

Volume d'eau à 15 centimètres au-dessus des boîtes à feu	175 mc.
Volume de vapeur	127 —
Nombre de tubes par corps	600
— — par tirants	128
Total	728

Digitized by Google

gaz qui se rendent dans la boite à combustion avant de passer dans les tubes; ce tube servirait également de tube de dégagement des gaz si la chaufferie était envahie par de la vapeur. Ces chaudières marchent au tirage activé et forcé. Une turbine spéciale sert à aspirer l'eau chaude au-dessus des foyers et à la refouler par un tuyau crépiné à la partie inférieure et sur toute la longueur de la chaudière, afin d'établir une température égale dans l'eau, et d'éviter des différences de dilatation entre la partie supérieure du cylindre et sa partie inférieure (fig. 93, vues 1 et 2 type Forbin).

Dans chaque chaufferie il existe une chaudière qui est munie de deux turbines de brassage de l'eau, une mue à la main, que l'on actionne lorsqu'on allume les feux de cette chaudière et jusqu'à ce qu'elle soit en pression. A partir de ce moment seulement, on allume les autres chaudières, de cette façon on peut actionner leurs turbines.

4° *Les chaudières cylindriques doubles, tubulaires, à flammes en retour, à boîte à fumée commune, eau à l'extérieur des tubes, haute pression de 6 à 8 kilogrammes. Type Cécille* (fig. 94).

Chaque corps de chaudière ainsi qu'il a été indiqué précédémment, se compose de deux chaudières cylindriques à trois foyers chacune et directement opposées, ayant le même réservoir de vapeur et d'eau et les boîtes à feu communes. On chauffe donc devant et derrière, les foyers sont formés par des tôles ondulées sans soudure. Cette disposition a pour but de leur donner plus de résistance à l'écrasement et plus de facilité pour se dilater ou se contracter sans fatigue. Les autels sont supportés par des cornières fixées dans le fond des foyers et par une tôle formant écran entre les fonds des deux cendriers opposés. Un volet placé dans le fond de chaque cendrier manœuvré par une tringle permet de régler la quantité d'air qui doit passer par les évents des autels. A la partie inférieure de chaque chaudière est l'appareil de brassage de l'eau, cet appareil prenant de l'eau chaude à la paroi supérieure de la chaudière réchauffe celle de la partie inférieure. Ces chaudières ne présentent de différences avec les autres chaudières cylindriques que par la disposition de leurs foyers. Ses organes auxiliaires sont les mêmes que ceux des autres types cylindriques. L'hydrokineter a été remplacé par des thirions.

5° *Les chaudières cylindriques, tubulaires, à foyer de forme trapézoïdale, à faces planes, à flammes directes, eau à l'extérieur des tubes, avec chambre de combustion entre l'autel et la plaque de tête* (fig. 95).

Ces chaudières à haute pression de 6 à 8 kilogrammes sont employées sur les canonnières type Flamme, Fusée, Mitraille, etc.

Ce type de chaudières se compose d'un cylindre terminé par un fond qui constitue la plaque de tête de la boite à fumée ; d'une chambre à combustion G dont le fond forme la plaque de tête tubulaire AV. Cette chambre de combustion est reliée au cylindre à l'aide d'entretoises. Le

Digitized by Google

foyer qui est à faces planes et de forme trapézoïdale a ses parois verticales entretoisées et son ciel renforcé par des armatures formées par

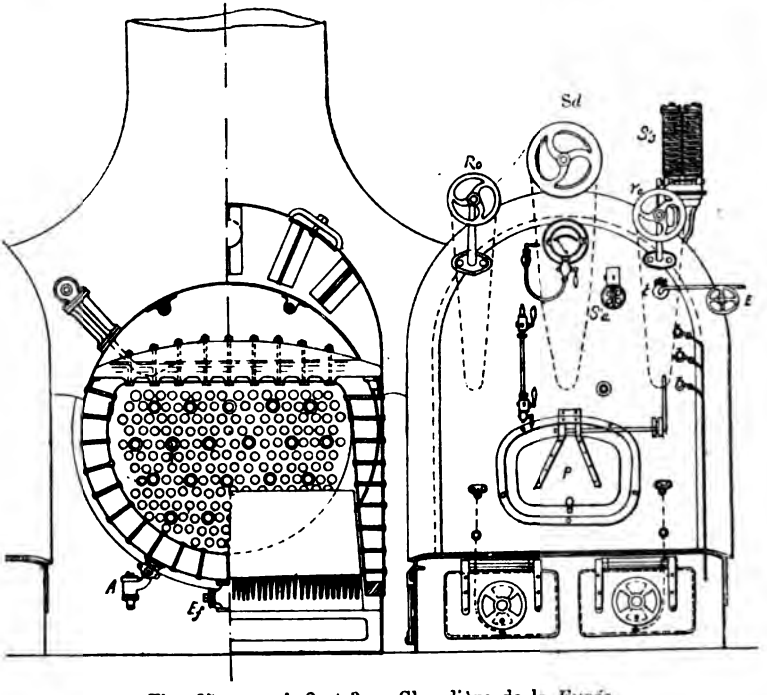


Fig. 95, vues 1, 2 et 3. — Chaudière de la *Fusée*.

F, foyer.
C, boîte à feu.
B*f*, boîte à fumée.
D*g*, porte de dégagement des gaz, deux par chaudière.
m, tringle de manœuvre des portes de dégagement de gaz.
A, boîtes alimentaires, deux par chaudière.
S*a*, soupapes d'arrêt du grand collecteur. Ces trois soupapes envoient la vapeur dans trois tuyaux aboutissant à un épurateur.
P, porte de foyer se manœuvrant à l'aide d'un levier *l*.
Ro, soupapes d'arrêt des deux petits collecteurs alimentant les machines auxiliaires; ils communiquent entre eux.
S'*s*, soupape de sûreté, il y en a deux par chaudière, on les soulève au moyen d'un mouvement à sonnette que l'on manœuvre à l'aide d'une vis. Les soupapes de sûreté se manœuvrent également des machines par la même vis.
Vo, volant de manœuvre des soupapes de sûreté.
S'o, soupape avertisseuse calée à l'aide d'un contrepoids.
t, robinet du tirage artificiel.
Es, extraction de surface; l'extrémité de ce tuyau est terminée par une longue pipe.
E, volant de manœuvre de l'extraction de surface.
E*f*, robinet de l'extraction de fond.

l'assemblage de deux tôles sur lesquelles viennent s'appuyer des boulons que l'on serre à l'aide d'écrous; ces boulons sont taraudés dans

Digitized by Google

l'épaisseur de la tôle du foyer, et à l'aide d'une rondelle, ils font joint

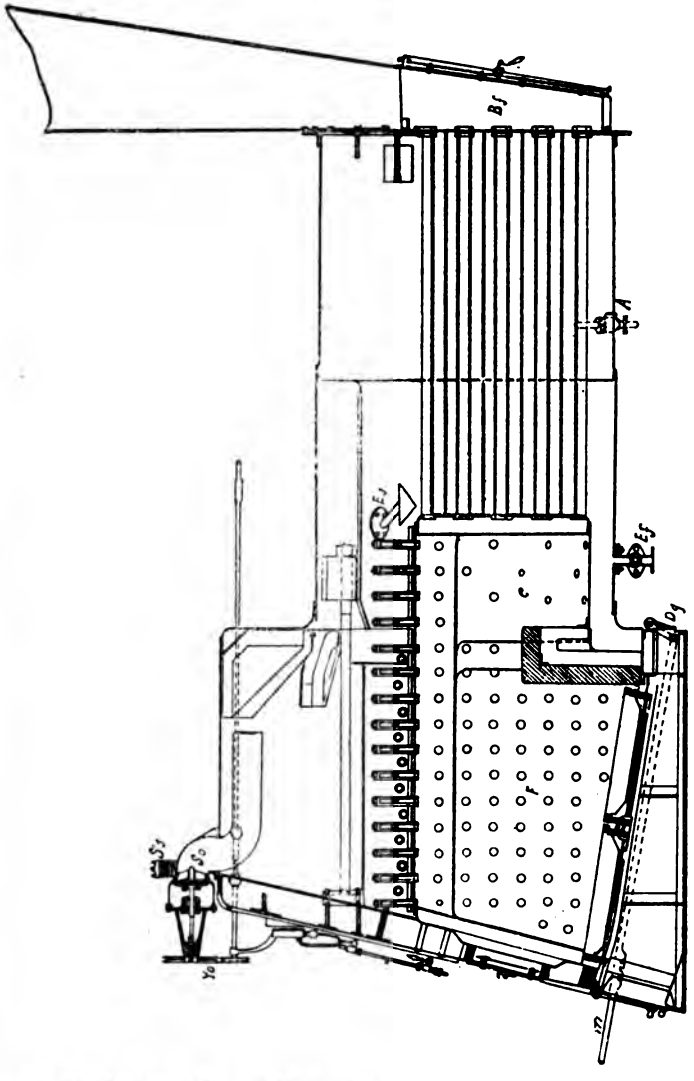


Fig. 95. — Vue 3.

sur cette dernière. La partie supérieure du coffre à vapeur est renforcée par des armatures en cornières; un trou d'homme en permet

Digitized by Google

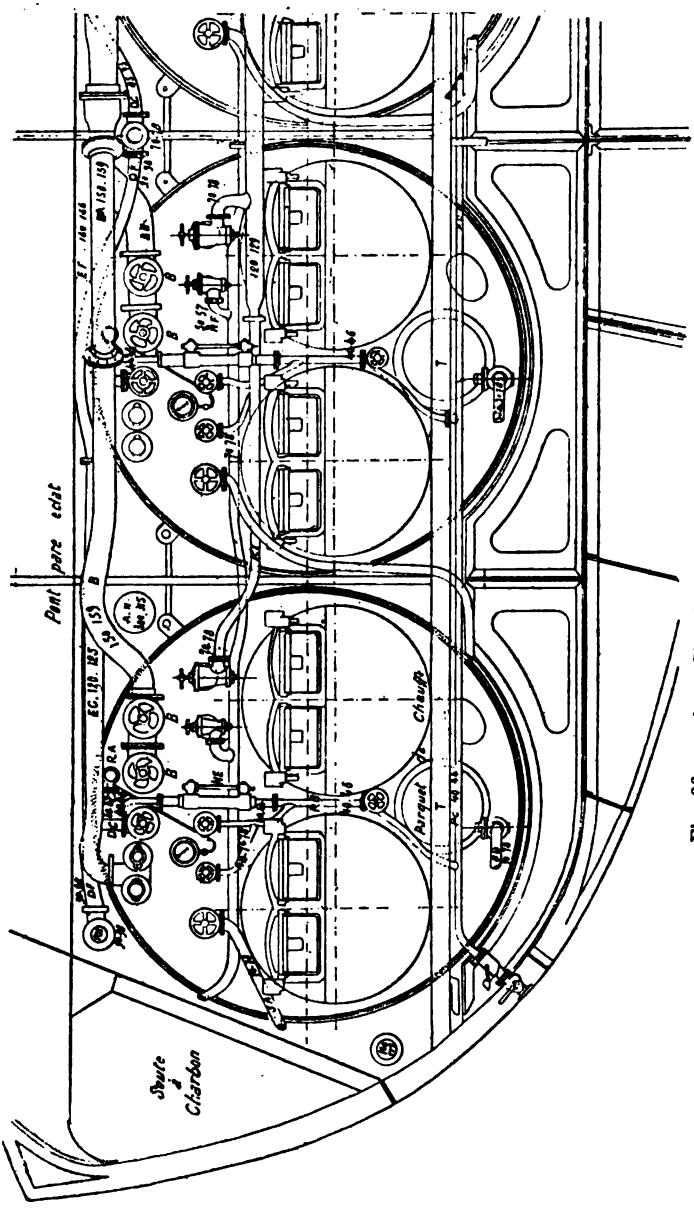


Fig. 96, vue 1. — Chaudière du *Dupuy-de-Lôme*.

Digitized by Google

l'accès intérieur; l'autel est formé par des cornières et garanti par des briques réfractaires, il porte une galerie qui le met en communication avec le cendrier et la boîte à combustion, cette galerie sert au passage de l'air nécessaire à la combustion des gaz avant de se rendre dans les tubes. Les chaudières type Achéron sont les mêmes que celles-ci et possèdent en plus un coffre à vapeur cylindrique indépendant.

CHAUDIÈRES DU « DUPUY DE LÔME »

(Fig. 96, vues 1 et 2 et 3.)

L'appareil évaporatoire du croiseur cuirassé *le Dupuy de Lôme*, se compose de treize chaudières dont onze sont du type Amirauté. Les deux autres chaudières sont des chaudières tubulaires à retour de flamme, qui à elles deux ont une puissance évaporatoire égale à celle d'une des autres chaudières. Ces deux chaudières sont à un seul foyer système Fox, et sont alternativement, en temps ordinaire, allumées pour les besoins du bord. La dépense journalière est donc moins grande.

Chaque grande chaudière a deux foyers d'un diamètre intérieur de $1^{m},30$ primitivement et d'un diamètre réduit à $1^{m},20$ maintenant, par suite d'affaissements à un foyer de chacune des chaudières extrêmes de la chaufferie M, lors des essais.

Le timbre des chaudières qui était de $11^{kg},250$ a été conservé malgré les avaries survenues. L'autel creux garni de briques protectrices est percé de trous donnant passage à l'air qui doit accélérer la combustion des gaz. Dans la boîte à feu un écran E formé par une cornière et des briques réfractaires, placé en arrière de l'autel et laissant un passage suffisant aux gaz incandescents, oblige ces derniers à s'inflé-

---

Légende de la figure 96.

B, BB, prise de vapeur des machines motrices.
DC, prise de vapeur des machines auxiliaires sur les chaudières milieu.
BE, collecteur partiel de vapeur de la machine motrice milieu sur deux chaudières milieu.
DC, collecteur de prise de vapeur des auxiliaires sur deux chaudières milieu.
D collecteur de prise de vapeur des auxiliaires sur quatre chaudières milieu.
D collecteur principal de prise de vapeur machines auxiliaires sur chaudières
R RB, prises de vapeur et d'eau des niveaux des chaudières milieu.
E échappement des soupapes de sûreté chaudière milieu.
EF, collecteur partiel d'échappement des soupapes de sûreté.
KF et K1, refoulement des pompes alimentaires.
PB, extraction de surface et de fond des chaudières.
SA, aspiration des pompes de circulation.
SB, refoulement des pompes de circulation.
PC, collecteur de sortie de surface et de fond.
NF, refoulement des petits chevaux sur chaque chaudière.
AN, collecteur général de prise de vapeur.
Surface de grille, $51^{m^2},41$.
Surface de chauffe, $2\,808^{m^2},960$ pour 11 corps.
Rapport de la surface de grille à la surface de chauffe 1/48.

Digitized by Google

chir et à mieux se répartir dans le faisceau tubulaire, les parcelles de charbon entraînées tombent dans le fond de la boîte à feu et de cette façon ne viennent pas se coller à l'entrée des tubes et former, comme

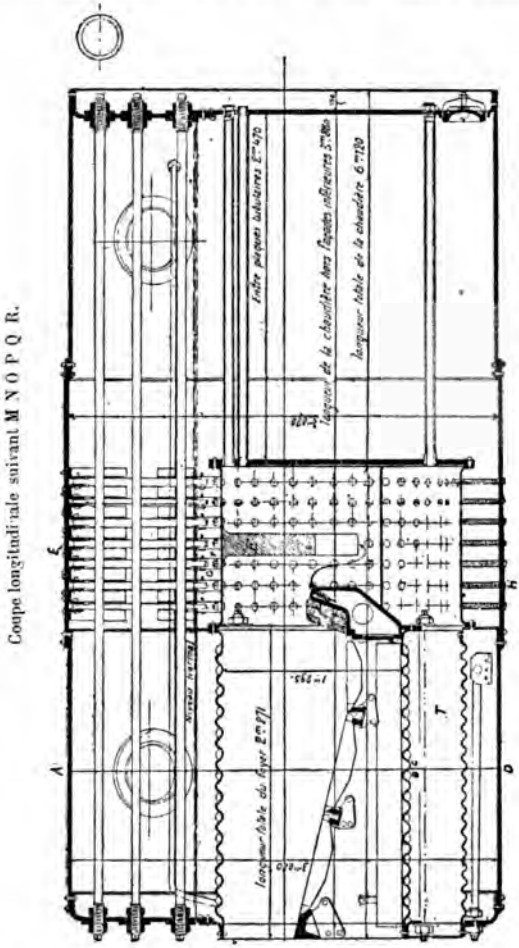


Fig. 96, vue 2. — Chaudière du *Dupuy de Lôme*.

sur le *Fleurus*, des nids d'hirondelles qui obstruent les tubes en partie.

La boîte à feu est commune aux deux foyers. A la partie inférieure de la chaudière, entre les deux foyers se trouve un gros tube T ondulé portant un évent à son extrémité extérieure et communiquant par

Digitized by Google

Demi-coupe transversale A B C D. — Demi-coupe transversale suivant E F G H.

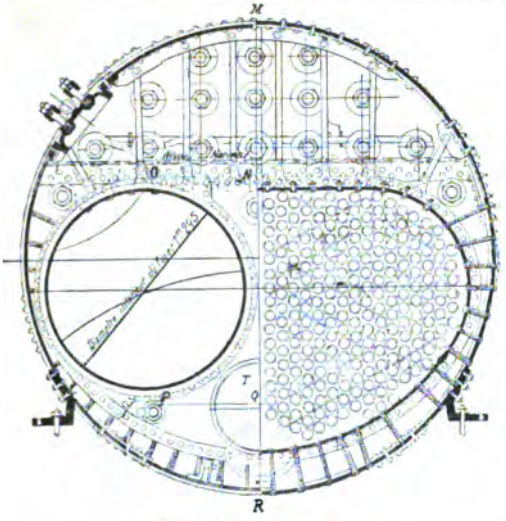


Fig. 96. — Vue 3.

ses extrémités avec l'air extérieur et la chambre de combustion. Ce tube réduit le volume d'eau de la partie inférieure de la chaudière, il

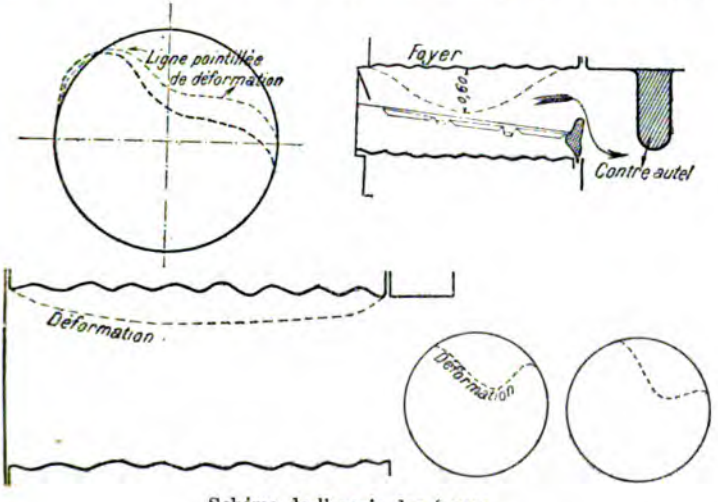


Schéma de l'avarie des foyers.

Digitized by Google

sert en même temps à retirer les escarbilles et les cendres entraînées dans le fond de la boîte à feu.

Les tubes sont en acier étiré sans soudure, dudgeonnés, dans l'épaisseur des plaques de tête et garantis par des bagues. Les tubes tirants sont taraudés à leurs extrémités, ils sont vissés par l'une des extrémités dans la plaque de tête de la boîte à feu, et fixés sur la plaque de la boîte à fumée par un écrou et un contre-écrou.

Les chaudières sont consolidées par des tirants et par des entretoises. L'ensemble et les détails de construction sont représentés figure 96, vues 1, 2 et 3.

CHAUDIÈRES DU « MARCEAU »

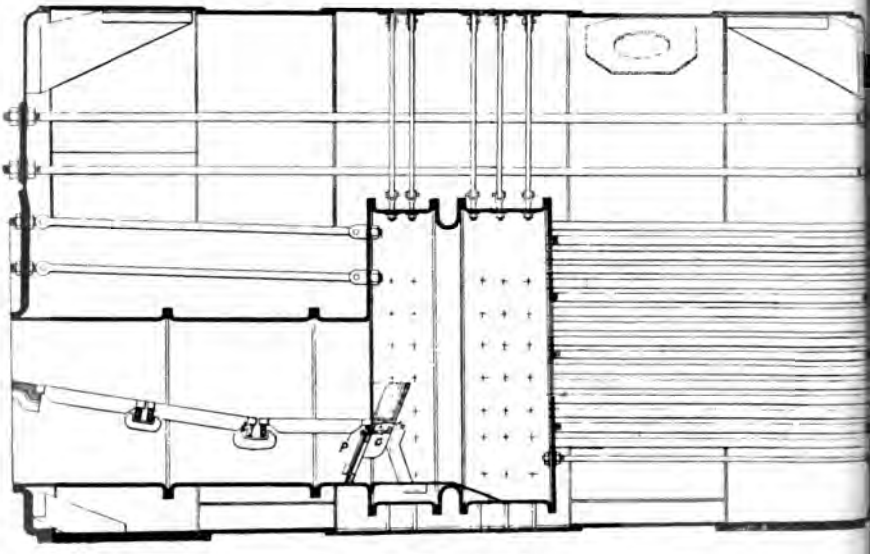


Fig. 97. — Vue 1.

L'appareil évaporatoire du *Marceau* se compose de huit chaudières cylindriques type de l'Amirauté, à flamme directe, à trois foyers chacune, composés chacun de trois tronçons, ce qui augmente leur résistance à la déformation, leur diamètre est de $1^{m},07$, la pression de régime est de 6 kilogrammes. La boîte à feu est munie d'un tore en forme de U, lui donnant de l'élasticité.

L'autel est en fonte, à cloisons laissant un espace libre pour le passage de l'air qui s'échappe par des ouvertures *o*, *o*, *o*, pratiquées à la

Digitized by Google

partie supérieure de l'autel. Une porte P manœuvrée par une tringle *t* à poignée logée dans le cendrier. A l'aide de cette porte on peut régler la quantité d'air passant par les ouvertures *o*, *o*, *o*.

Les tubes actuellement en place sont en acier sans soudure et caramanés; deux anneaux l'un vers l'extérieur de la chaudière, en laiton, l'autre, vers l'intérieur, en maillechort spécial, encastrés dans l'épaisseur de la tôle de la boite à feu assurent l'étanchéité. Les tubes ne portent pas de bagues.

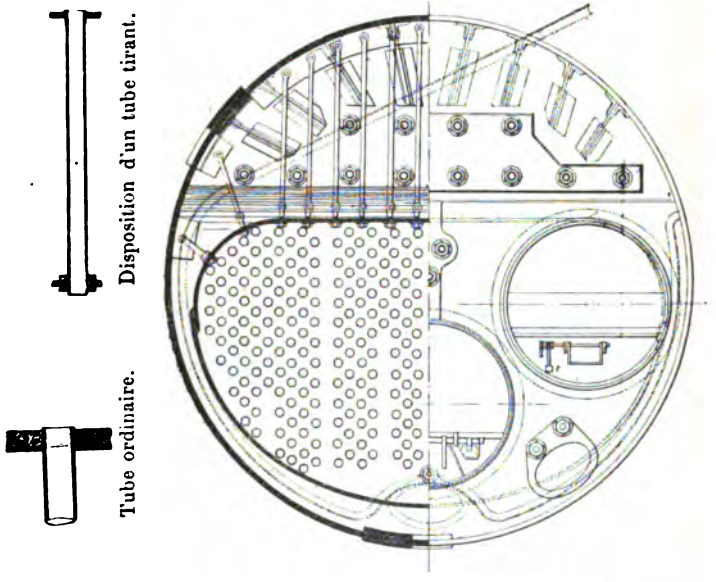


Fig. 97. — Vue 2.

Avec ce procédé de fixation les tubes tirants ont été supprimés; mais par cette suppression on a reconnu un certain travail des plaques de tête et il ne serait donc pas étonnant que dans un temps plus ou moins éloigné on ne revienne à l'emploi des tirants. Les premiers tubes des chaudières étaient raboutés en cuivre rouge du côté de la boite à feu et leur mode de fixation de ce côté était celui représenté par la figure 92. Ces types de chaudières sont ceux du cuirassé *le Magenta*, chaque chaudière est munie d'une turbine brasseuse; comme sur les cuirassés il existe toujours une chaudière sous pression, on se sert de la vapeur de cette chaudière pour actionner les brasseuses des chaudières allumées. On ne commençait à faire fonctionner les brasseuses qu'une heure après l'allumage des chaudières, et une heure après la mise en marche; à partir de ce moment, on ne

Digitized by Google

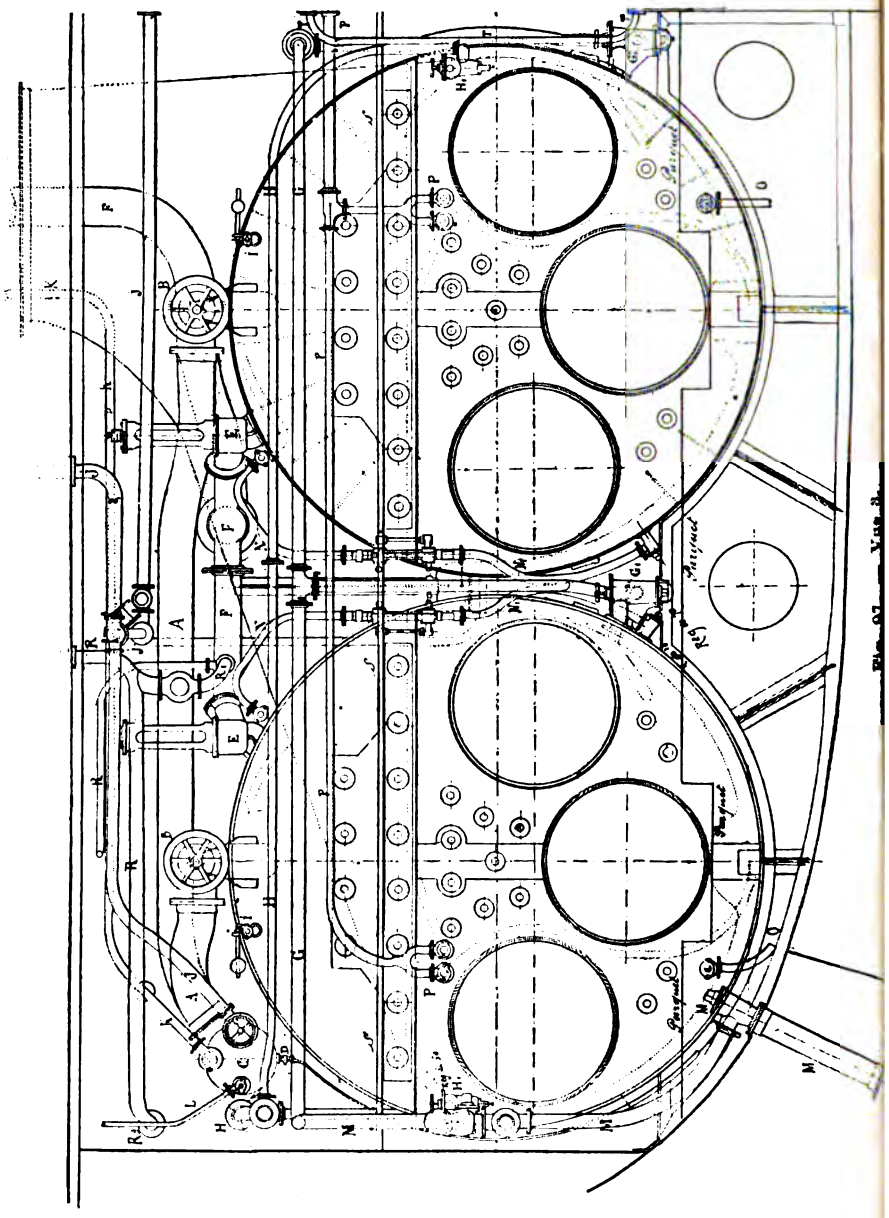


Fig. 97. — Vue de

Digitized by Google

les faisait plus fonctionner que le quart du temps. Ainsi en prenant le quart de 8 heures à midi, on faisait fonctionner les brasseuses à 9 heures pendant une demi-heure et à 11 heures pendant une demi-heure. En arrivant au mouillage, comme il y a à craindre les refroidissements brusques, on se servait de la chaudière allumée pour les faire fonctionner pendant trente-six heures après l'extinction des feux, pendant une heure sur deux. Cette mesure prise pour les chaudières du type du *Marceau* ayant donné de bons résultats, il est évident qu'on devra observer la même règle pour toutes les chaudières qui sont munies de ces appareils. La durée de cette période de fonctionnement était suffisante pour établir un équilibre de température de l'eau des chaudières et avait en outre l'avantage de prévenir l'usure rapide des appareils à vapeur qui conduisent ces turbines.

Le métal de ces appareils était en bronze, il fallait souvent reprendre le serrage des articulations.

CHAUDIÈRES DU « CONDOR »

(Fig. 98, vues 1, 2, 3, 4.)

L'appareil de contre-torpilleur *le Condor* se compose de quatre chaudières cylindriques à flammes directes, circulant à l'intérieur des tubes, eau à l'extérieur; à deux foyers chacune, ondulés du système Fox, avec boite à feu commune munie, comme dans les chaudières du type Amirauté, d'un tore en forme d'U augmentant encore l'élasticité du foyer.

Légende de la figure 97.

A, conduite de vapeur des chaudières au coffre C.
B, soupapes d'arrêt des chaudières.
C, coffre ou réservoir de vapeur commun aux quatre chaudières situées d'un même bord du bâtiment.
D, purge du coffre à vapeur.
E, soupapes de sûreté des chaudières.
F, tuyau de décharge des chaudières à l'air libre.
G, refoulement des pompes alimentaires des machines, aboutissant aux régulateurs alimentaires G.
I, refoulement des thirions alimentaires aboutissant aux régulateurs alimentaires H_1.
J, soupapes avertisseuses.
J, prise de vapeur et tuyau de conduite de vapeur des machines auxiliaires.
K, prise de vapeur commune au ramoneur et aux lances de jets de vapeur dans la cheminée pendant la marche à tirage forcé.
L, prise de vapeur du thirion alimentaire des deux chaudières figurées sur le dessin.
M, prise d'eau à la mer commune au thirion alimentaire et au tuyau de plein direct des chaudières.
N, prises de vapeur des tubes de niveau d'eau des chaudières.
N_1, prises d'eau des tubes de niveau d'eau des chaudières.
O, robinet de vidange des chaudières à la cale.
P, extractions et collecteur d'extraction de l'eau des chaudières.
R, collecteur d'évacuation des machines auxiliaires.
R_1, évacuation du collecteur R, à l'air libre.
R_2, évacuation du collecteur R, aux condensateurs.
S, passerelle de service des organes de la partie supérieure des chaudières.
T, échelle en fer donnant accès à la passerelle S.
Surface de grille, 52m²,24.
Surface de chauffe totale, 2 413m²,192.
Section tubulaire, 9m²,58, rapport de cette section à la surface de grilles, 0,1807.

Digitized by Google

Dans cette boite à feu sont placés cinq bouilleurs VV, formant sur-

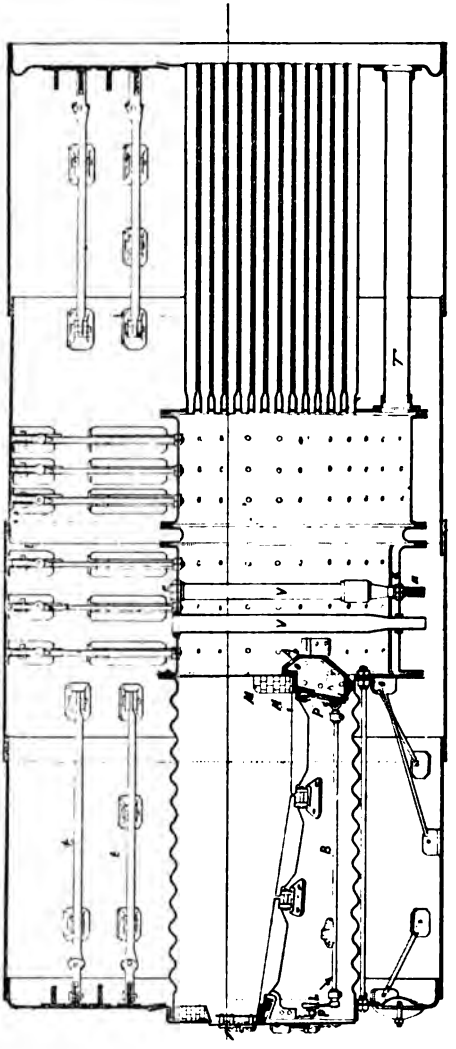


Fig. 98, vue 1. — Chaudière du *Condor*.

I, prise de vapeur principale.
H, prise de vapeur des machines auxiliaires.
J, régulateurs alimentaires.
G, prise de vapeur des thirions des chaufferies.
D, soupape de sûreté.
M, extraction de surface et aspiration des barboteuses.

L, refoulement des barboteuses.
F, tube de nettoyage des boites à feu, de diminution du volume, d'eau inférieur et de passage aux gaz à un moment donné.
V, V, V, tubes de circulation d'eau et de vaporisation.
T, tube de passage des gaz et de nettoyage du côté de la boite à fumée.

Dimensions par chaudière.

Surface de grille	$4^{m}, 32$	Surface de chauffe directe mouillée totale	195^{m},
— de chauffe directe au contact avec les gaz	$26^{m}, 034$	Timbre	7 kilog.
Surface de chauffe directe mouillée	$27^{m}, 85$	Volume d'eau	$14^{m}, 152$
		— de vapeur	$9^{m}, 800$

ace de chauffe directe et établissant la circulation de l'eau froide de la partie inférieure de la chaudière avec la masse au-dessus des foyers;

Digitized by Google

ils sont filetés à chacune de leurs extrémités ; ils sont formés de deux parties reliées par un manchon fileté, leur étanchéité avec la boîte à feu est obtenue à l'aide d'un écrou E et d'un contre-écrou E'; l'extrémité inférieure plonge dans la lame d'eau. A la partie inférieure et au-dessous du faisceau tubulaire il existe un gros tube T diminuant la lame d'eau du fond, c'est-à-dire le volume d'eau, et dans lequel peuvent circuler les flammes et gaz chauds qui ne trouvent pas passage dans le faisceau tubulaire. Les tubes sont en acier et du système Serve; ils sont retreints à leurs extrémités de façon à ce que cette section retreinte soit égale à celle du restant du tube laissé

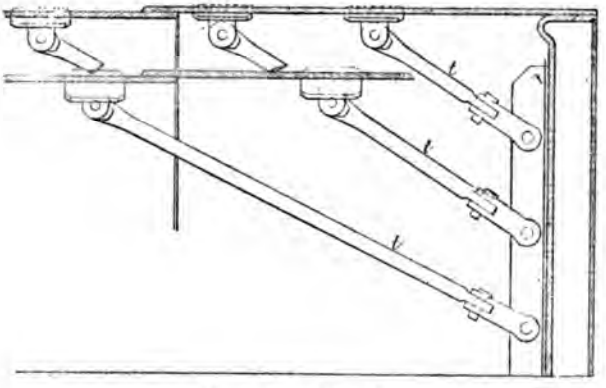


Fig. 98. — Vue 2.

libre par les ailerons. Ces tubes sont dudgeonnés par le système Caraman, sur les deux plaques de tête; mais du côté de la boîte à feu, à leur portée dans l'épaisseur de la plaque de tête, ils sont enveloppés extérieurement par une bague en cuivre rouge d'une épaisseur d'un demi-millimètre, ce qui leur donne une grande adhérence et assure leur étanchéité. L'autel A est en fonte en deux parties reliées par des boulons. Ces deux parties laissent un évidement intérieur servant de passage à l'air par les orifices O pratiqués à la partie supérieure derrière la maçonnerie MM qui protège l'autel et redresse les flammes. A la partie inférieure de l'autel il existe une porte P à charnière légèrement inclinée, pour assurer sa fermeture naturelle. Cette porte est percée d'ouvertures naturelles rectangulaires sur lesquelles glisse un grillage en tôle portant les mêmes ouvertures que la porte; ce grillage est manœuvré par un levier à poignée P' et une bielle B et un bras articulé sur le grillage. Par un mouvement de la poignée P' du levier, on peut augmenter ou diminuer les passages du grillage et par conséquent modérer la quantité d'air qui doit être introduite par l'autel.

Digitized by Google

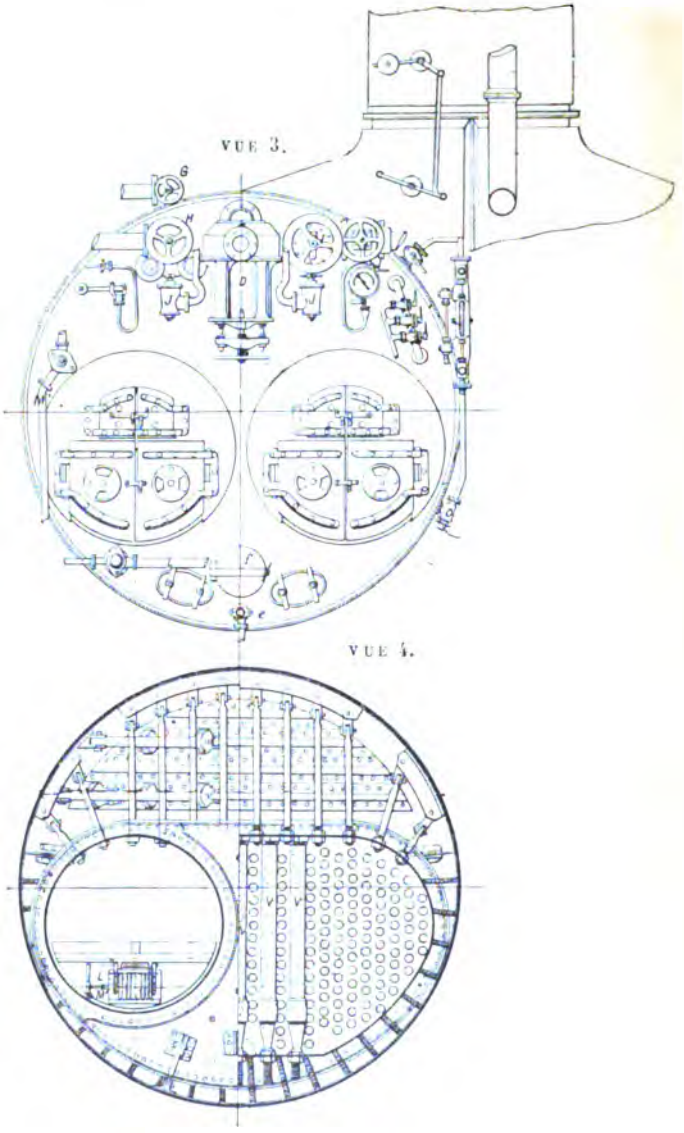


Fig. 98, vues 3 et 4. — Chaudière du *Condor*

Digitized by Google

Chaque chaudière est munie d'une turbine dite barboteuse, aspirant l'eau chaude au-dessus du foyer et la refoulant à la partie inférieure. Une chaudière qui est celle que l'on allume la première en possède une deuxième à bras.

La consolidation des chaudières est obtenue à l'aide de tirants *t*, *t*, *t* boulonnés sur des cornières rivetées à l'enveloppe ; des entretoises évidées sur une partie de leur longueur et ouvertes à leur extrémité extérieure, vissées dans la tôle et légèrement rivées consolident la jonction de la boîte à feu qui n'a pas de tirants. La pression est de 7 kilogrammes dans ce type de chaudières.

La disposition des foyers Fox a pour but principal d'augmenter l'élasticité des foyers, les ondulations constituent pour ainsi dire un ressort élastique, par ces mêmes ondulations ils présentent une surface de chauffe plus grande que celle des foyers cylindriques ordinaires ; ils sont plus résistants à l'écrasement. Mais toutes ces qualités qui apparaissent d'une façon évidente à froid se modifient sensiblement à chaud et surtout lorsque la chauffe est poussée avec énergie et que la consommation de charbon atteint 250 kilogrammes de charbon par heure et par mètre carré de grille ; car il est facile de remarquer que dans la chauffe, avec une grande production de vapeur, la température de la partie du foyer située au-dessus de la grille est supérieure à celle de la partie située au-dessous ; de plus, les faces des ondulations exposées au rayonnement ou au contact des flammes ne sont pas également frappées ; les flammes touchent principalement les faces du côté de la chambre de combustion et que, de ce fait, elles sont irrégulièrement chauffées, et que dans l'intérieur des ondulations des corps étrangers peuvent très bien se déposer et diminuer la conductibilité de la paroi et donner ainsi lieu à des différences de températures ; des chambres de vapeur peuvent se produire dans les ondulations. Des faits qui se passent à chaud, et des résultats qui ont été obtenus, il semble résulter que les avantages prétendus de ces foyers n'ont pas été réalisés. Sur le *Fleurus*, on n'a jamais chauffé sans remarquer qu'il se produisait des déformations plus ou moins sensibles et jamais régulières, les difficultés de construction et de nettoyage sont peut-être des raisons suffisantes pour les abandonner.

CHAUDIÈRES DE LA CANONNIÈRE « LE LYNX »

(Fig. 99, vues 1 et 2.)

L'appareil évaporatoire du *Lynx* se compose de deux chaudières cylindriques à flammes directes, avec chambre de combustion et cheminée commune traversant la lame d'eau arrière. Dans chaque chaudière les boîtes à feu sont consolidées par des armatures.

Il y a deux foyers cylindriques composés chacun de deux viroles.

Digitized by Google

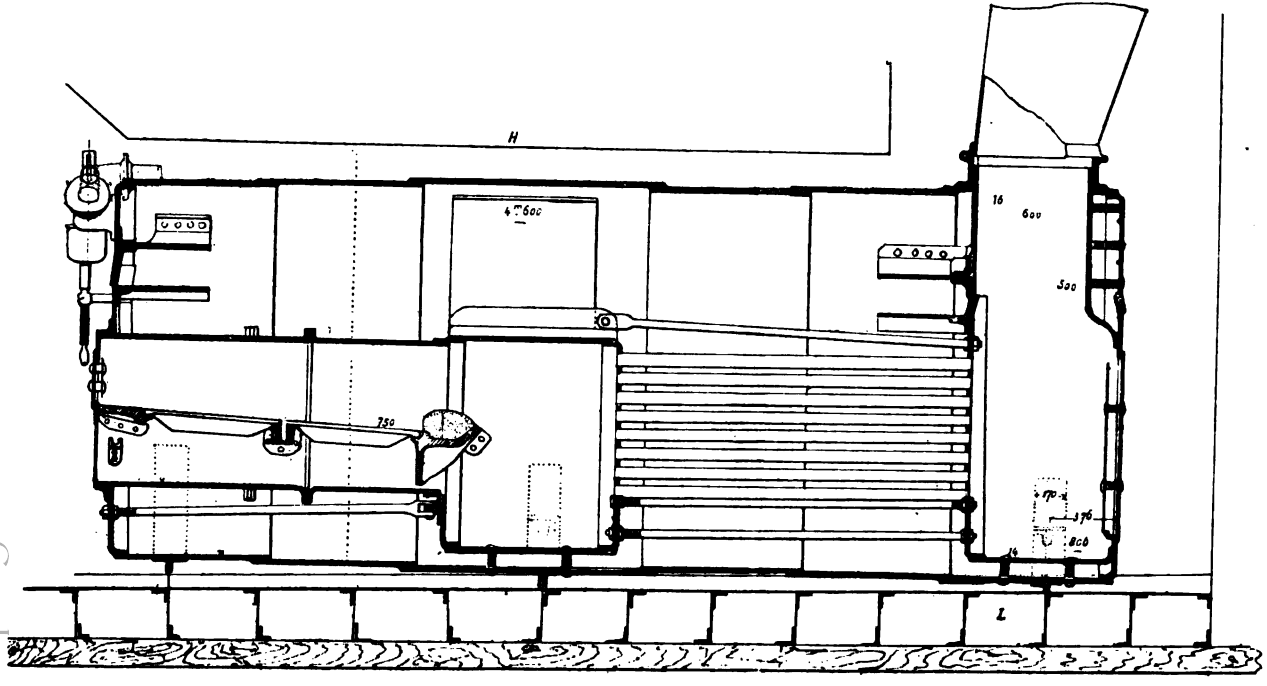


Fig. 99, vue 1. — Chaudière du *Lynx*.

Digitized by Google

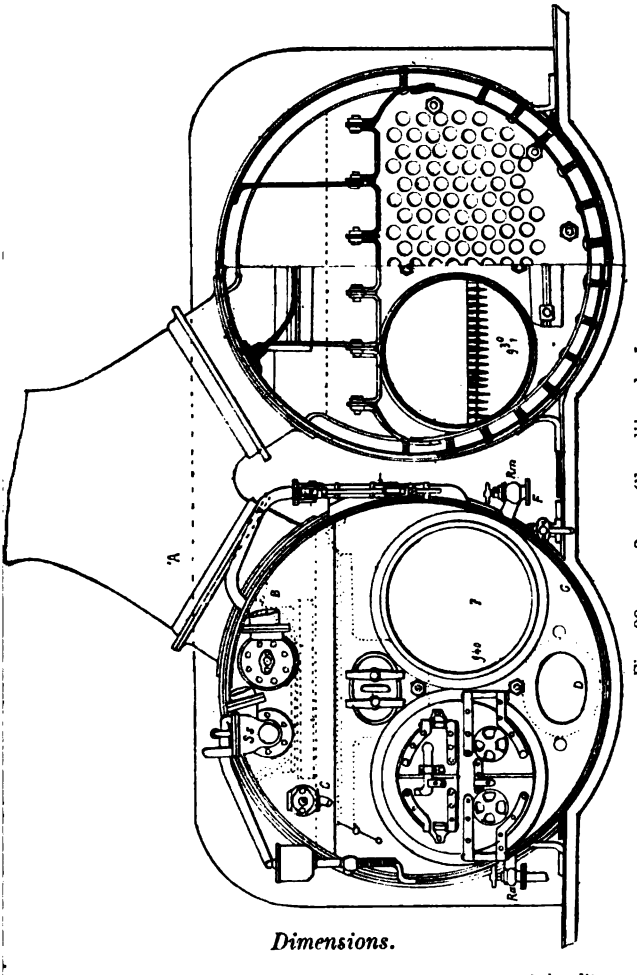


Fig. 99, vue 2. — Chaudière du *Lynx*.

A, culotte commune de la cheminée avec les deux chaudières.
B, prise de vapeur générale.
S_s, soupape de sûreté.
C, prise de vapeur des auxiliaires.
R_a, régulateur alimentaire du thirion.
R_m, régulateur alimentaire des pompes de la machine.
F, extraction de fond.

Dimensions.

	2 chaudières.	par cheval.
Surface de chauffe directe	17m²,24	0m²,0431
— — tubulaire	11m²,60	0m²,2940
— — totale	130m²,84	0m²,3271
— de grille	4m²,68	0m²,0117
Section d'ouverture des cendriers	0m²,9570	0m²,0024
— des tubes avec bagues	0m²,9024	0m²,00225
— de la cheminée	0m²,6647	0m²,00166
Nombre de tubes	272	
Timbre des chaudières	4 kilog.	
Volume d'eau	12m³,444	31lit.,11
— de vapeur	8m³,840	22lit.,10
Diamètre des tubes	0m,70-0m,75	

Digitized by Google

L'autel est formé par un sommier en fonte garni de briques réfractaires. A la partie inférieure de l'autel, il existe un passage d'air remplaçant les trous Willamm.

Il y a une soupape d'arrêt par chaudière, se réunissant par un tuyau commun en forme de T se rendant dans la machine. Le tuyau de vapeur qui correspond à chaque soupape et pénétrant dans le coffre à vapeur est percé de trous rectangulaires afin de diviser la vapeur et d'empêcher les entraînements d'eau.

Conduite de ces chaudières. — Ces chaudières n'ayant pas de coffre à vapeur supplémentaire, sont sujettes à des entraînements d'eau. Pour éviter ces inconvénients, il est indispensable de maintenir le niveau d'eau aux 2/5 de la hauteur des tubes, de n'ouvrir les soupapes d'arrêt que progressivement et d'une quantité telle que la pression des chaudières dépasse toujours de $0^{kg},150$ à $0^{kg},200$ celle du tuyau de vapeur et établir une chauffe régulière pour chaque chaudière, il faut arriver à la même consommation de charbon pour chacune d'elles. Leur entretien est celui de toutes les chaudières de ce type, faire des extractions de surface au moins deux fois par vingt-quatre heures et des extractions de fond en arrivant au mouillage. Allumer lentement ces chaudières et surtout éviter leur refroidissement brusque, laisser mourir les feux, ne pas les mettre bas et n'entreprendre aucun travail avant le refroidissement complet des chaudières, les portes de cendrier bien fermées, les trous des portes de fourneaux bouchés et le capot de la cheminée mis en place.

« CHAUDIÈRES DU FLEURUS »

(Fig. 100, vues 1, 2, 3, 4, 5.)

Les premières chaudières du *Fleurus* étaient cylindriques, à flammes directes à deux foyers chacune, de $1^{m},20$ de diamètre à tôle ondulée du système Fox, les tubes étaient du système Serve, dudgeonnés sur les plaques de tête avec le système Caraman et protégés à leurs extrémités dans la boîte à feu par une bague. La boîte à feu qui était commune aux deux foyers était traversée par trois gros tubes, appelés bouilleurs Galloway munis d'un tore élastique à leur extrémité inférieure. Les boîtes à feu étaient consolidées par de nombreuses armatures.

Le foyer comprenait trois rangées de grilles dont celle du fond était horizontale, l'autel A était en fonte, garni sur sa face avant de briques réfractaires, il était formé par deux cloisons laissant entre elles un passage libre à l'air qui rentrait dans la chambre à combustion par des trous O. L'arrivée dans la cloison était réglée par un

Digitized by Google

papillon P muni d'un secteur denté S manœuvré à l'aide d'une

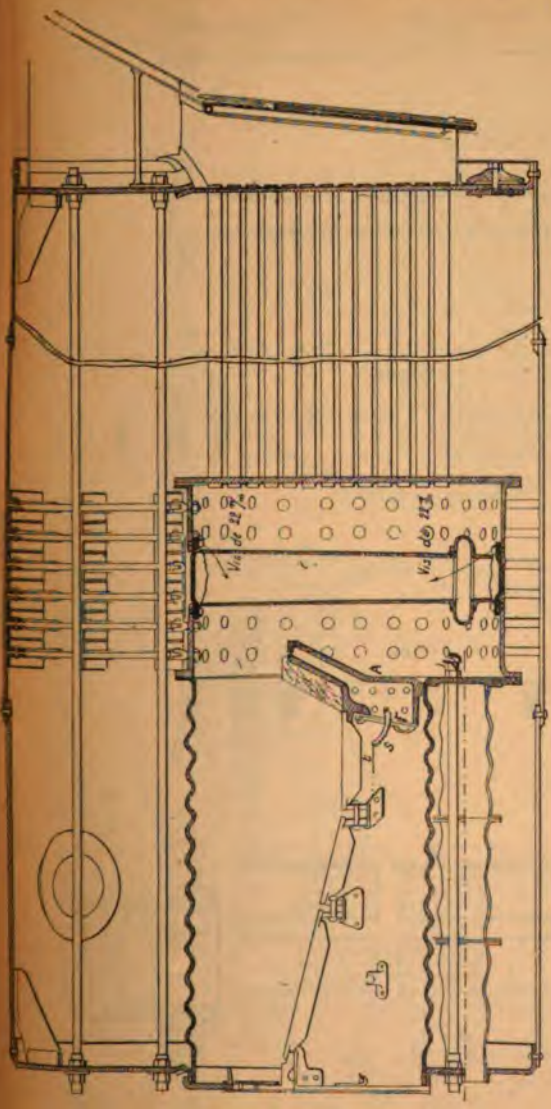


Fig. 100, vue 1. — Chaudière du *Fleurus*.

Sm, soupape de prise de vapeur des machines principales.
Sp, soupape de prise de vapeur des machines auxiliaires.
So, soupape de prise de vapeur des pompes alimentaires.
Sí, soupape de sûreté.
RíRí, régulateurs alimentaires.
Ea, extraction de surface.
Ef, extraction de fond.
P3, tube de nettoyage.
V, robinet de vidange.

Dimensions.

Timbre	11kg,250
Surface de grille pour chaudière	4m²,50
Surface de chauffe directe	26,32
Surface de chauffe tubulaire	169,06
Surface de chauffe mouillée totale	195,38
Surface de chauffe directe en contact avec les gaz	25m²,80
Surface de chauffe tubulaire	148,87
Surface de chauffe totale	174,67
Section totale des tubes	1,02
Section d'entrée des cendriers	1m²,01
Volume d'eau à 0m,16 sur le ciel de la boîte à feu	13m³,90
Volume de vapeur	8,400

tringle *t* traversant le cendrier. Il n'existait point dans la boîte à feu

Digitized by Google

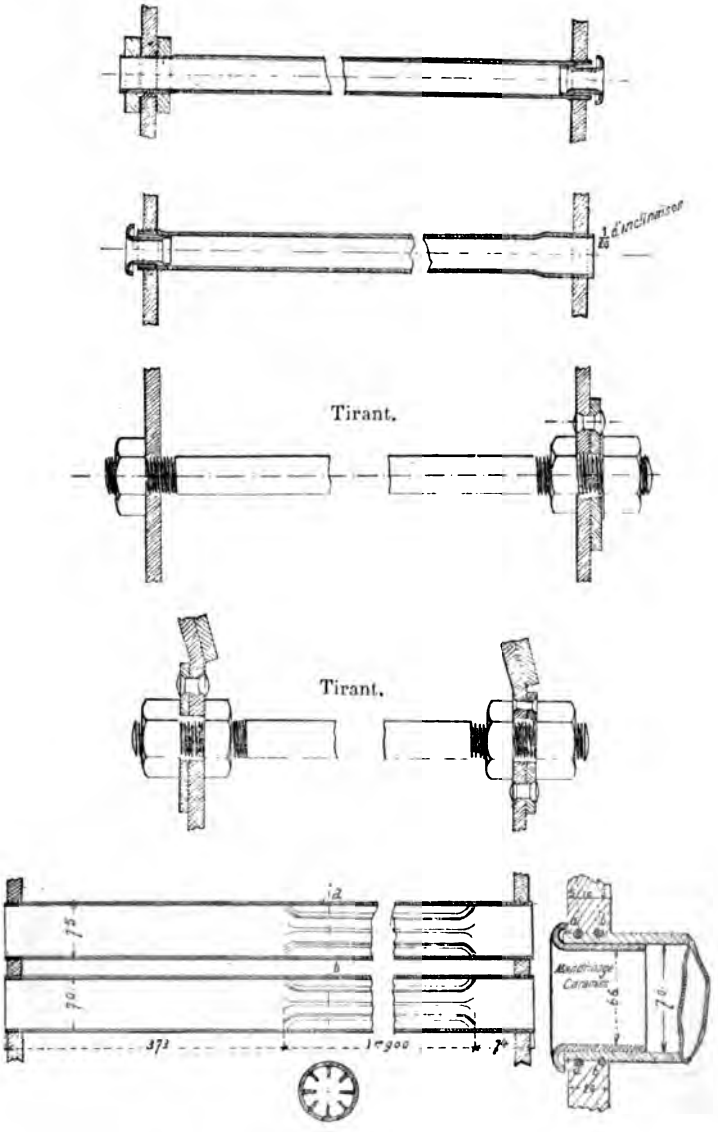


Fig. 100. — Vue 1.

Digitized by Google

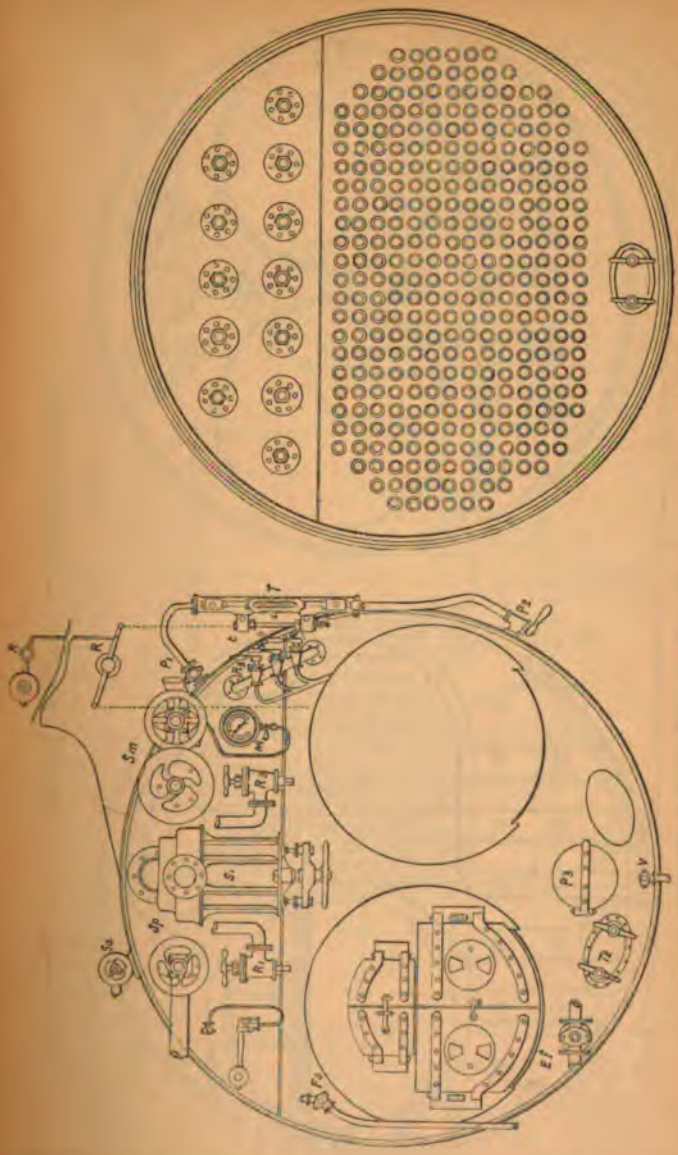


Fig. 100, vues 2 et 3. — Chaudière du *Fleurus*.

Digitized by Google

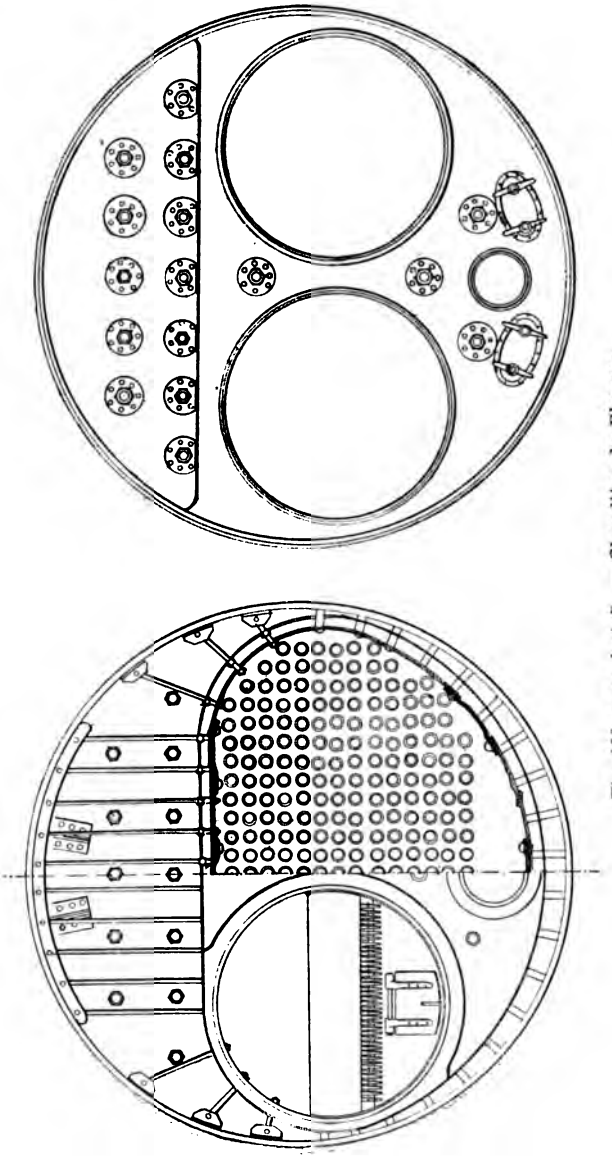
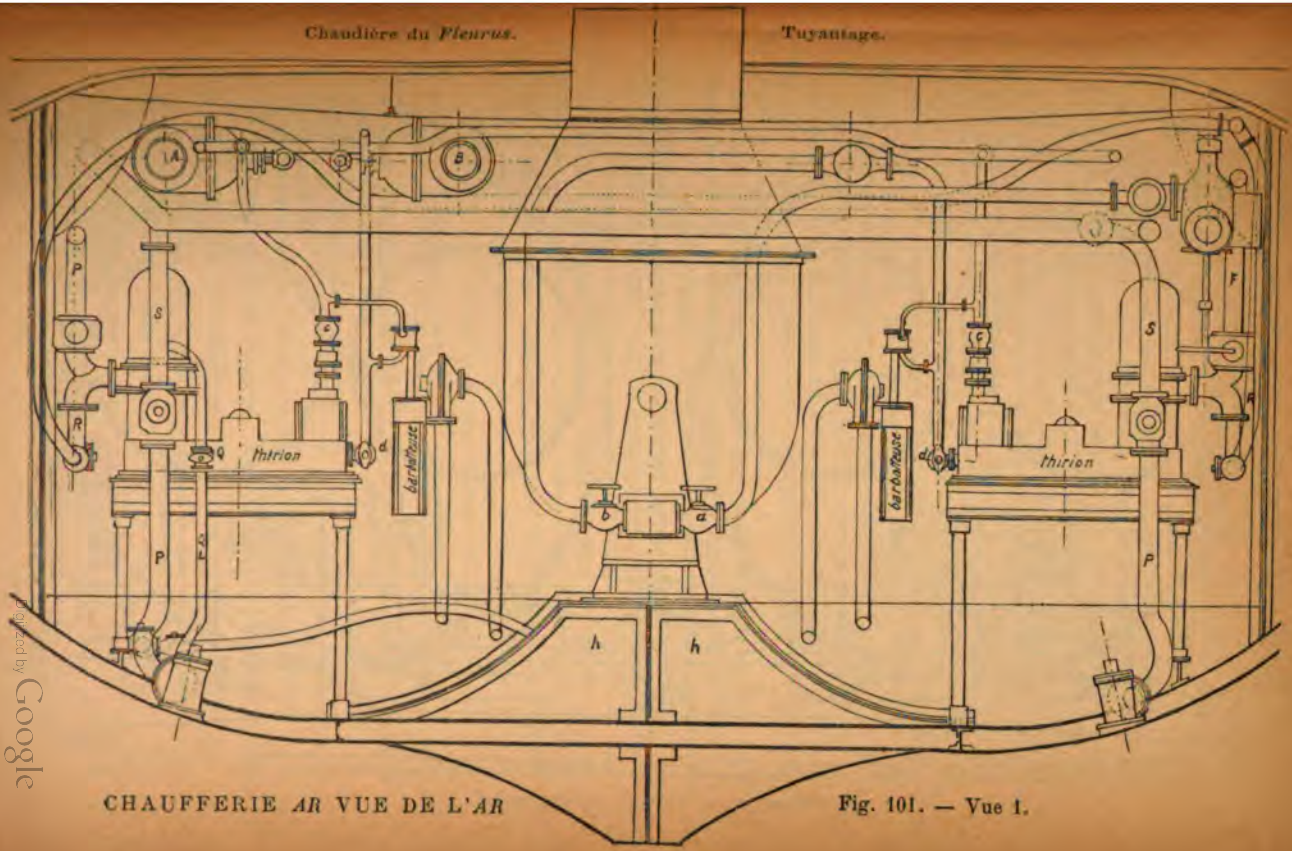


Fig. 100, vues 4 et 5. — Chaudière du *Fleurus*.

Digitized by Google

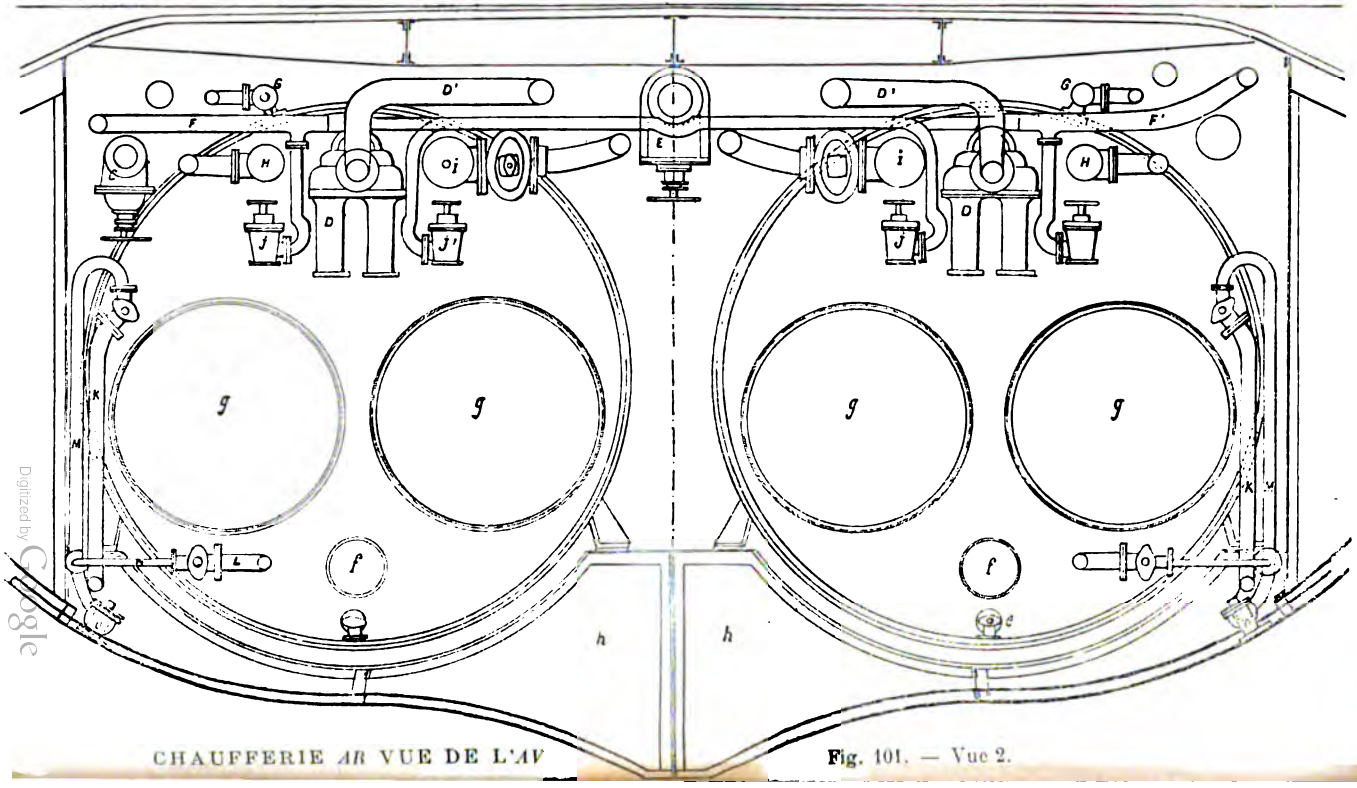


CHAUFFERIE *AR* VUE DE L'*AR*

Fig. 101. — Vue 1.

Digitized by Google

Chaudière du *Fleurus*. — Tuyautage.



CHAUFFERIE *AR* VUE DE L'*AV*

Fig. 101. — Vue 2.

Digitized by Google

un demi-tore brise-flammes. Les flammes, en quittant le foyer, venaient frapper directement les bouilleurs Galloway et les plaques de tête, elles se rendaient ensuite dans le faisceau tubulaire.

Par cette disposition, les particules de charbon entraînées par l'énergie du courant d'air déterminé par les ventilateurs venaient former des nids d'hirondelles qui obstruaient presque complètement l'entrée des tubes les plus exposés à ce courant direct. De plus, les bouilleurs Galloway, frappés sur leurs faces avant par ces flammes, s'échauffaient fortement et, en se dilatant, ils fatiguaient le ciel des boîtes à feu qu'ils déformaient, le faisceau tubulaire n'étant pas étanché. A la suite de différents essais, où la fatigue de ces boîtes à feu était très apparente, et étant donné l'impossibilité d'étancher les tubes Serve, qui, par leur forme très résistante, s'allongeaient et sortaient des plaques de tête qu'ils avaient arquées, le fournisseur remplaça les tubes Serve par des nouveaux tubes en acier filetés à une de leurs extrémités et vissés dans la plaque de la boîte à feu ; il supprima les tubes Galloway dont les trous furent fermés à l'aide de plaques parfaitement ajustées et fixées à l'aide de vis taraudées dans l'épaisseur de la tôle de la boîte à feu.

Les tubes étaient dudgeonnés à leurs deux extrémités. Les tubes Serve remplacés, les bouilleurs Galloway supprimés, on recommença la série des essais officiels. Au cours des premiers essais progressifs de puissance, quelques fuites s'étaient déclarées aux tubes et aux bouchons des Galloway ; avec un dudgeonnage et un matage soigneux on arriva à rendre ces pièces à peu près étanches.

Il est à remarquer que pour l'emplacement des tubes et pour le filetage de la plaque de tête de la boîte à feu, l'intervalle entre les tubes était inférieur à l'épaisseur de la tôle de la plaque; le dudgeon-

---

Légende de la figure 101, *vues* 1 *et* 2.

A, pect-volve intermédiaire, placé sur la conduite de vapeur de la chaufferie avant.
B, pect-volve intermédiaire, placé sur la conduite de vapeur de la chaufferie arrière.
C, régulateur détendeur placé sur la conduite de vapeur des auxiliaires.
D', soupape de sûreté.
D', tuyau d'échappement des soupapes de sûreté.
E, pect-volve d'évacuation des machines auxiliaires à l'air libre.
tuyau de refoulement aux chaudières du Thirion de tribord.
, tuyau de refoulement aux chaudières du Thirion de bâbord.
, prises de vapeur des Thirions de la chaufferie.
, prises de vapeur des machines auxiliaires.
prises de vapeur des machines principales.
JJ, régulateurs alimentaires.
K, aspiration des barboteuses aux chaudières.
L, refoulement des barboteuses aux chaudières.
M, tuyau d'extraction de surface.
N, tuyau d'extraction de fond.
P, aspiration du Thirion de tribord à la mer et aux ballasts.
Q, robinet et tuyau servant à faire le plein des ballasts.
R, refoulement des Thirions au collecteur d'incendie.
S, aspiration des Thirions aux bâches.
T, tuyau de communication des ballasts.
a, prise de vapeur du ventilateur.
b, évacuation du ventilateur.
c, prise de vapeur des Thirions.
d, évacuation des Thirions.
e, robinet de vidange.
f, tube de nettoyage.
gg, foyers.
hh, water ballast.

Digitized by Google

Schéma des avaries des foyers.

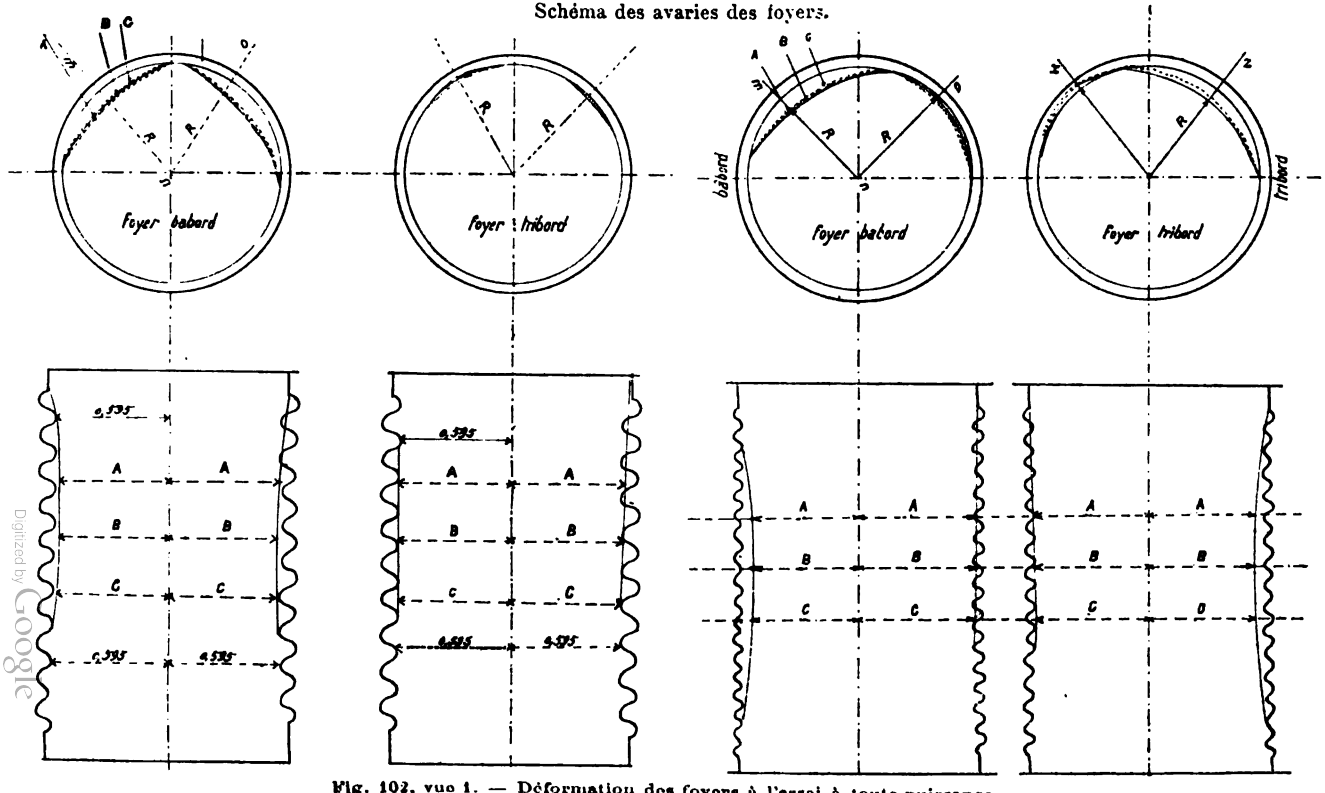


Fig. 102, vue 1. — Déformation des foyers à l'essai à toute puissance.

Digitized by Google

nage n'était donc pas complètement efficace, malgré les précautions prises pour cette opération qui était faite par un ouvrier spécial.

Les premiers essais à allure réduite, n'avaient pas donné lieu à des observations défavorables aux modifications apportées.

Mais au dernier essai à toute puissance au bout de trois heures et demie d'un tirage énergique qui augmentait avec la difficulté de tenir la pression par suite de la formation de nids d'hirondelles, la consommation de charbon a été en moyenne de 241 kilogrammes par mètre carré de grille, mais au dernier moment de l'essai cette consommation a dû être supérieure. C'est dans cette dernière partie de l'essai que la pression est tombée rapidement de 10 à 8 kilogrammes par suite de fuites intenses aux jonctions des foyers avec les boîtes à feu. A la suite de cet essai on a constaté dans les foyers les déformations qui sont représentées par les figures 102.

A la suite de cet essai on jugea l'appareil évaporatoire hors de service. De ce dernier essai et des essais précédents, il résulte que chaque fois que la consommation de charbon . pas dépassé 200 à 208 kilo-ammes permettant de dé-opper une puissance de 00 chevaux environ, que les audières ont bien résisté et qu'au delà de cette quantité les foyers i-disant élastiques et d'un diamètre de 1m,20 et sous une pres-n de 11 kilogrammes ne peuvent pas résister. Les chaudières du

Courbe des variations de pression au moment de l'avarie.

renversement de marche

ordre de pousser un peu le feu avant venues vitesse

moment ou les tubes

Fig. 102, vue 2. — Courbe des pressions relevées par un enregistreur permanent.

Digitized by Google

Fleurus seront remplacées par le type de l'Amirauté ordinaire, à trois foyers chacune, ces chaudières ne présenteront aucune particularité.

CHAUDIÈRE DE LA CANONNIÈRE « LA SURPRISE »

(Fig. 103, vues 1, 2, 3.)

L'appareil évaporatoire de la *Surprise* se compose de deux chaudières cylindriques à flammes directes, à boite à combustion avec deux bouilleurs Galloway à foyer système Fox. Les tubes sont du système Serve, en laiton, les tubes tirants sont taraudés à chacune de leurs extrémités, vissés dans les plaques de tôle, rendus étanches à l'aide d'écrou et contre-écrou et rondelles du côté de la boite à fumée et un seul écrou avec rondelle du côté de la boite à feu.

Les ailerons commencent à 0m,30 à partir de leur extrémité du côté de la boite à feu, et finissent à 10 centimètres du côté de la boite à fumée.

Les tubes ordinaires sont dudgeonnés et bagués du côté de la boite à feu.

Ces chaudières ont de plus comme amélioration un gros tube K à la partie inférieure du faisceau tubulaire, pour diminuer le volume d'eau.

La consommation de charbon ne devant pas dépasser 120 à 130 kilogrammes au maximum pour réaliser la puissance de la machine qui est à quadruple expansion ; les inconvénients des tubes Serve et des bouilleurs Galloway qui se sont déclarés sur le *Fleurus*, ne se produiront sans doute pas avec une chauffe aussi modérée et à toute puissance. Les premiers essais ont du reste confirmé cette appréciation.

L'emploi des tubes système Serve n'avait pas donné un résultat satisfaisant sur le *Fleurus ;* ils avaient dû être remplacés par des tubes en acier; mais sur ce croiseur les fuites s'étaient déclarées pendant une chauffe énergique; ils ne s'étaient pas arqués; par leur rigidité et leur allongement, ils avaient déformé les plaques de tête.

Sur la *Surprise* dont les chaudières sont également du type Amirauté, présentant beaucoup d'analogie avec les premières du *Fleurus*, on pouvait espérer que les tubes Serve se comporteraient très bien avec une chauffe qui devait rester modérée.

Cet espoir ne se réalisa pas; car, dans l'essai à toute puissance qu fit cette canonnière, à tirage légèrement activé, où la consommatio ne dépassa pas 115 kilogrammes par mètre carré de grille et pa heure, les tubes s'arquèrent légèrement et des fuites importantes s produisirent à tous, à leurs emmanchements sur les deux plaques; leu dilatation fut sans doute gênée par les armatures de la chaudière

Digitized by Google

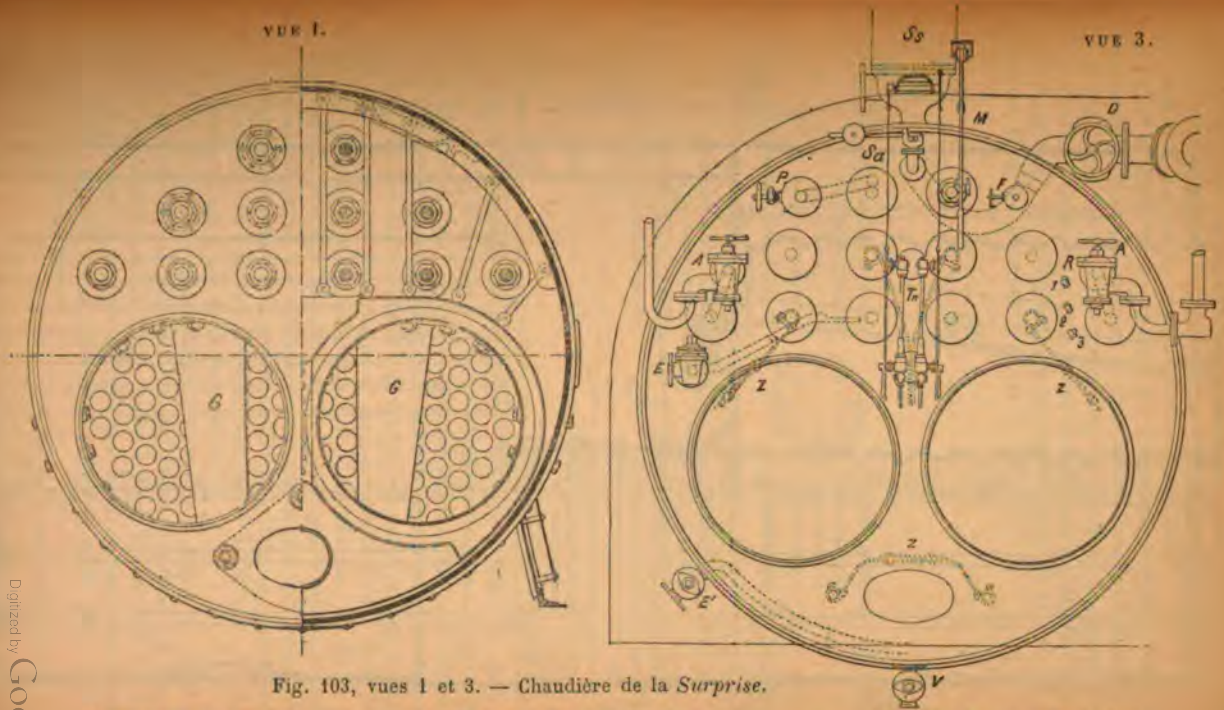


Fig. 103, vues 1 et 3. — Chaudière de la *Surprise*.

M, manœuvre des soupapes.
P, prise de vapeur des auxiliaires.
F, prise de vapeur du manomètre.
K, diminuant le volume d'eau.

G, bouilleurs Galloway.
AA, régulateurs d'alimentation.
EE, extractions de fond et de surface.
SoSo, soupape de sûreté, soupape avertisseuse.

D, registre de vapeur (Peet-valve).
Tn, tubes de niveau.
R, 1, 2, 3, robinets jauges.

Digitized by Google

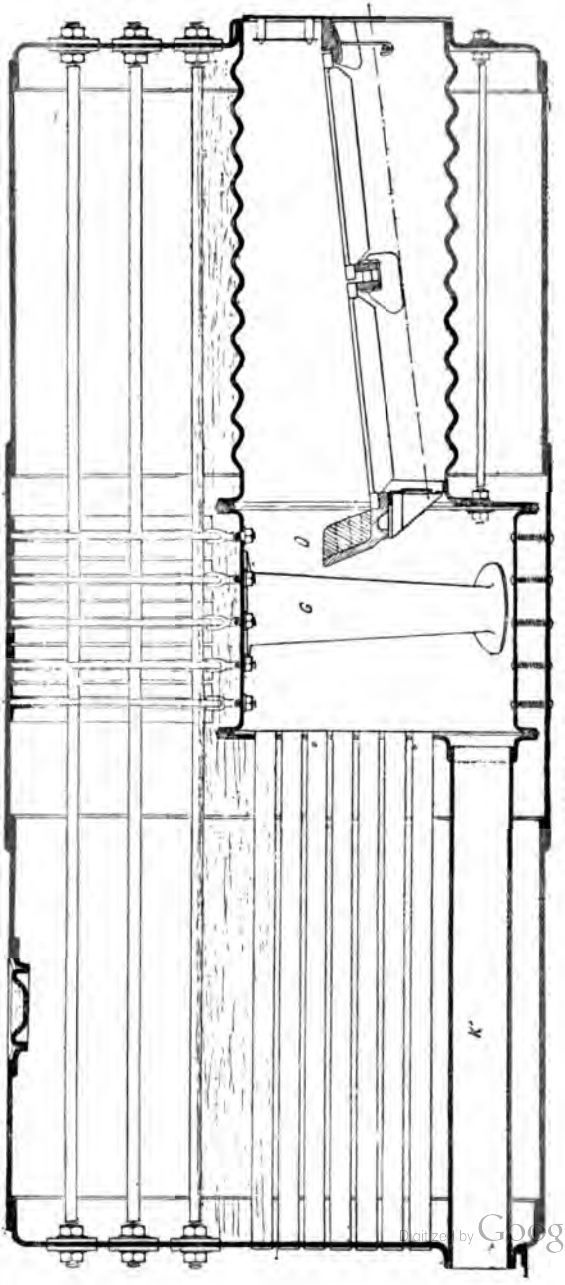


Fig. 103, vue 2. — Chaudière de la *Surprise*.

Digitized by Google

A la suite de cette avarie, les essais furent suspendus, et la commission de recette décida que ces tubes Serve seraient remplacés par des tubes en acier dudgeonnés et bagués à leurs extrémités.

Les tubes Serve employés dans les chaudières Lagraffel à la rangée inférieure horizontale du faisceau tubulaire et dans les premières rangées verticales formant la chambre de combustion commune à deux chaudières, résistent très bien à une chauffe active donnant une consommation de 150 kilogrammes par mètre carré de grille ; ils ont à peu près la même longueur que sur la *Surprise*.

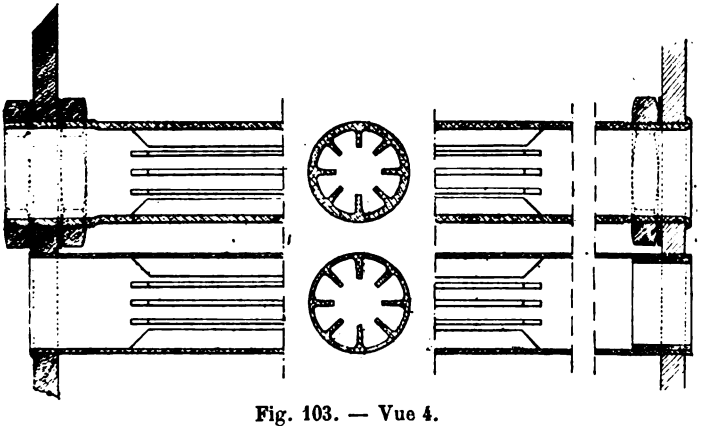


Fig. 103. — Vue 4.

Si ces tubes se comportent bien sur les chaudières Lagraffel et non sur les chaudières type de l'Amirauté, cette circonstance ne peut être attribuée qu'à la différence de la circulation des flammes. Dans les chaudières Lagraffel, l'eau est à l'intérieur des tubes et les flammes circulent à l'extérieur ; les ailerons sont donc baignés par l'eau et leur température n'est pas élevée, tandis que dans les chaudières type Amirauté, l'eau est à l'extérieur des tubes et les flammes circulent dans l'intérieur, la température des ailerons peut alors être plus élevée et provoquer par conséquent un allongement plus considérable qui fatigue leur emmanchement. La différence de température que prennent les tubes dans chacun de ces types de chaudières étant la cause des faits qui se passent, on peut encore attribuer cette différence à l'activité de la circulation de l'eau et de la vapeur.

Dans les chaudières Lagraffel les tubes sont inclinés, la circulation est rapide ; dans les chaudières type Amirauté, les tubes sont horizontaux, la circulation pourrait être moins active. En résumé, les tubes Serve ne peuvent pas être employés avec sécurité pour des consommations dépassant 80 kilogrammes par mètre carré de grille avec des tubes à flammes intérieures.

Digitized by Google

CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES BELLEVILLE

Type « ALGER » (Fig. 104.)

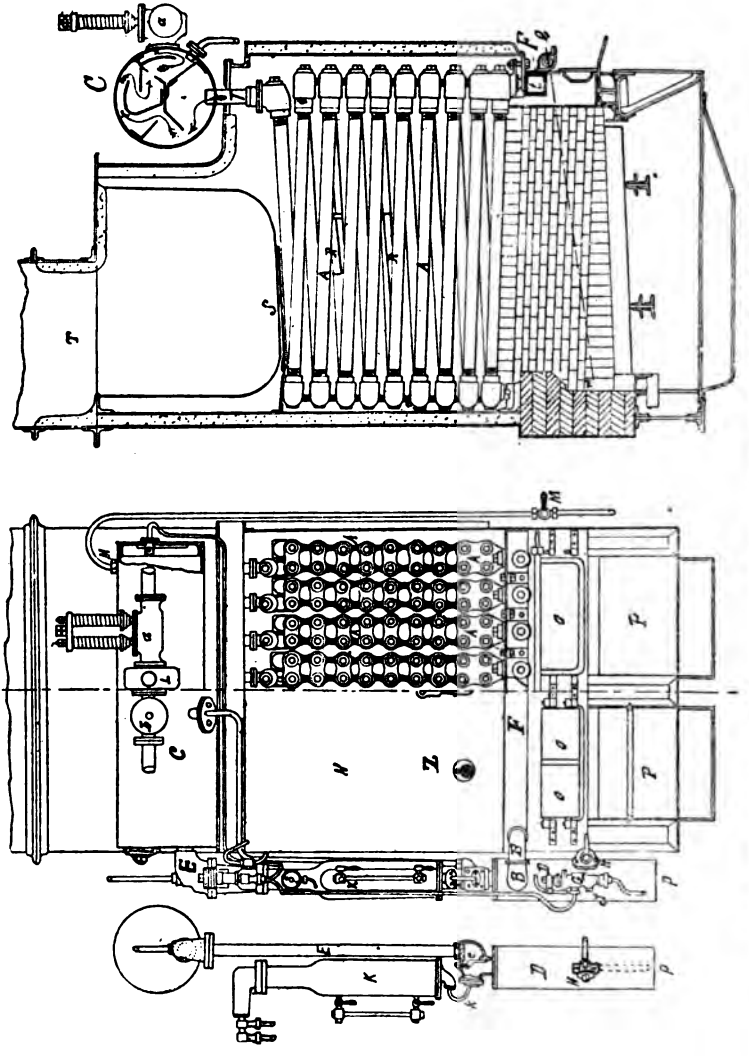


Fig. 104, vues 1 et 2. — Chaudière multitubulaire, système Belleville, de l'*Alger*.

Digitized by Google

Les chaudières Belleville, employées aujourd'hui sur un grand nombre de navires, sont du système multitubulaire, c'est-à-dire que l'eau circule dans les tubes et les gaz chauds, produits de la combustion, autour de ces tubes.

L'appareil évaporatoire se compose toujours de plusieurs chaudières, disposées généralement sur deux rangées, dos à dos, de manière à former deux chaufferies distinctes. Les produits de la combustion de chaque foyer sont déversés par les chaudières extrêmes latéralement et à la partie supérieure des chaudières du milieu, dont le dessus est remplacé par une embase rectangulaire qui supporte la cheminée.

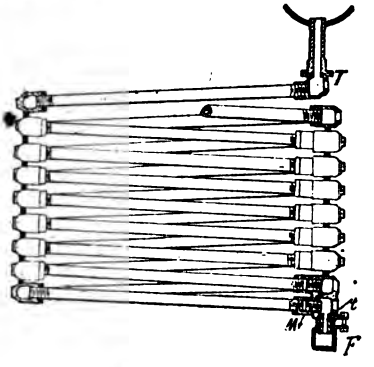


Fig. 104. — Vue 3.

Le faisceau tubulaire de chaque chaudière se compose de plusieurs éléments doubles, formés chacun par deux rangées verticales de 9 tubes chacune. Une est formée de tubes courts pour faciliter le montage des longs. Ils sont en fer forgé soudé à recouvrement, ils sont réunis à leurs extrémités par des boîtes en fonte malléable. La jonction est à vis et toutes les fois que cela est possible, les tubes sont emmanchés dans les boîtes; pour les joints où cela ne se peut, la jonction se fait au moyen

---

Légende de la figure 104.

A, éléments générateurs de vapeur.
F, tube collecteur d'alimentation.
C, collecteur-épurateur de vapeur et d'eau.
D, récipient déjecteur des boues et graisses
E, tuyau de retour de l'épurateur C, au déjecteur D.
B, communication du déjecteur D avec le collecteur d'alimentation.
G, robinet gradué d'alimentation.
H, robinet gradué d'extraction.
I, robinet de prise du salinomètre.
J, robinet d'injection directe.
K, flotteur régulateur d'alimentation.
L, tuyau reliant les régulateurs aux déjecteurs.
D, prise de vapeur portant la soupape *a* et la vanne *b*.
d, robinet de vérification du plein dans les générateurs.
N, enveloppe en tôle et cornière des générateurs et garniture en briques des foyers.
O, porte de chargement.
P, porte de cendrier.
Q, appareils mélangeurs des gaz combustibles dans le foyer.
R, cloisons mobiles réglant le passage des gaz a travers les faisceaux des tubes.
S, obturateur supérieur disposé au-dessus des éléments pour obliger les gaz chauds à venir déboucher sur l'avant du générateur.
T, embase de la cheminée.
Qm, ligne d'orientation de la soufflerie.
C, clapet empêchant le retour brusque de l'eau dans le collecteur.
Z, opercule placé en chaque porte de boite à tube, et servant à indiquer pendant la marche, la couleur des flammes, et aussi si elles remplissent bien la chambre de combustion.

Digitized by Google

d'un manchon M taraudé (fig. 104, vue 3), qui réunit l'extrémité du tube à un bout d'attente vissé dans la boîte et saillant à l'extérieur, les joints sont assurés par des bagues. Les tubes ont 10 centimètres de diamètre extérieur et 5 millimètres d'épaisseur, sauf les tubes inférieurs, plus directement exposés au feu qui ont 6, 8 et même 10 millimètres. Les boîtes en fonte malléable ont 9 millimètres d'épaisseur ; celles de façade portent des regards avec bouchons, permettant la visite et le nettoyage intérieur des tubes.

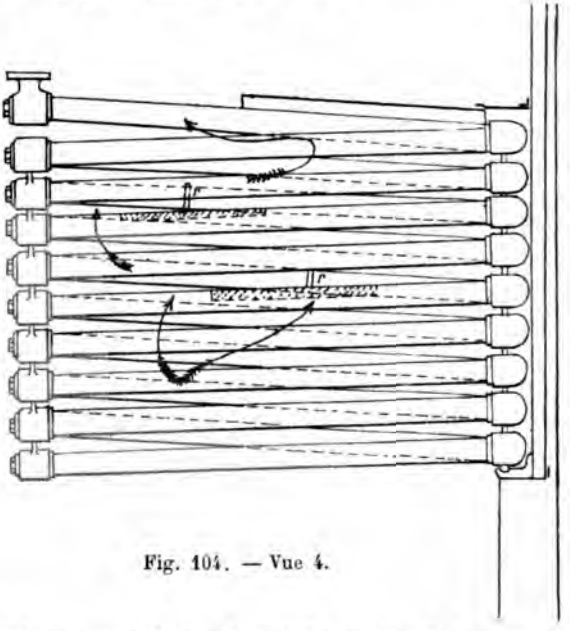


Fig. 104. — Vue 4.

Chaque boîte reçoit deux tubes, à l'exception de la boîte de façade du bas qui en reçoit trois, le quatrième trou sert au nettoyage. Les deux tubes d'une même boîte sont inclinés en sens inverse et aboutissent à deux boîtes de raccord semblables à la première, mais superposées. L'inclinaison des tubes est de 4 centimètres par mètre environ. Cette disposition favorise le dégagement de la vapeur et permet de vider les tubes complètement quand la chaudière ne fonctionne pas.

Une tubulure T par élément raccorde le faisceau avec le collecteur supérieur de vapeur (fig. 104, vues 2 et 3.)

Le collecteur d'alimentation F est à section carrée et communique avec toutes les boîtes inférieures de la façade, par des ajustages coniques.

Le mode d'assemblage des éléments avec le collecteur épurateur de

Digitized by Google

vapeur et celui d'eau d'alimentation est représenté figure 104, vues 2 et 3. Les tubulures sont vissées dans le collecteur et reliées aux boîtes par des emmanchements coniques. Le serrage se fait à l'aide de boulons qui traversent deux collerettes, dont l'une est mobile sur la tubulure et l'autre fait partie de la boîte de raccord. Ces boulons sont au nombre de deux généralement.

Les éléments communiquent avec le collecteur d'alimentation par

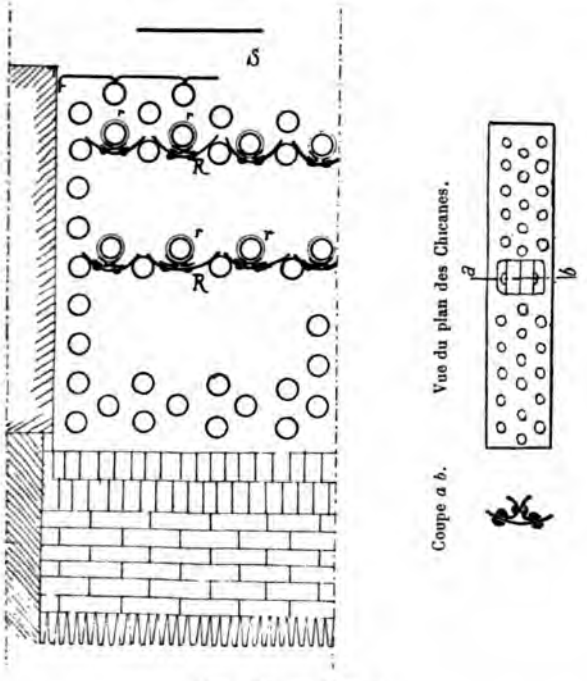


Fig. 104. — Vue 5.

des tubulures coniques, vissées dans le collecteur et s'ajustant dans une partie conique de la boîte de raccord. Le collecteur d'alimentation est maintenu à l'aide de boulons sur une tôle R, qui repose sur des cornières fixées à l'enveloppe.

Dans l'intérieur du faisceau tubulaire, ainsi qu'il est représenté par les figures relatives à cette partie des générateurs, il existe des chicanes R' en tôle placées sur les tubes de façon à empêcher les flammes de s'élever verticalement, mais bien de les forcer à faire certains circuits et à envelopper les tubes avant de se rendre à la cheminée. Cette dis-

Digitized by Google

position était indispensable pour obtenir une meilleure utilisation des

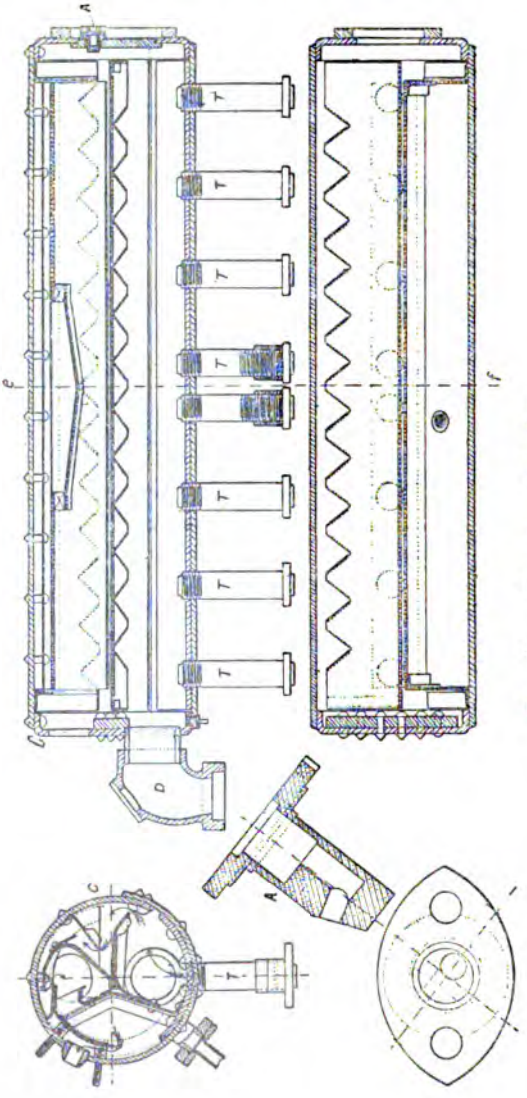


Fig. 105. — Epurateur de l'*Alger*.

C, collecteur épurateur. — A, bec d'arrivée d'eau d'alimentation. — Tubulures de raccord avec les éléments.

gaz et prévenir, dans une certaine limite, leur combustion à la base

Digitized by Google

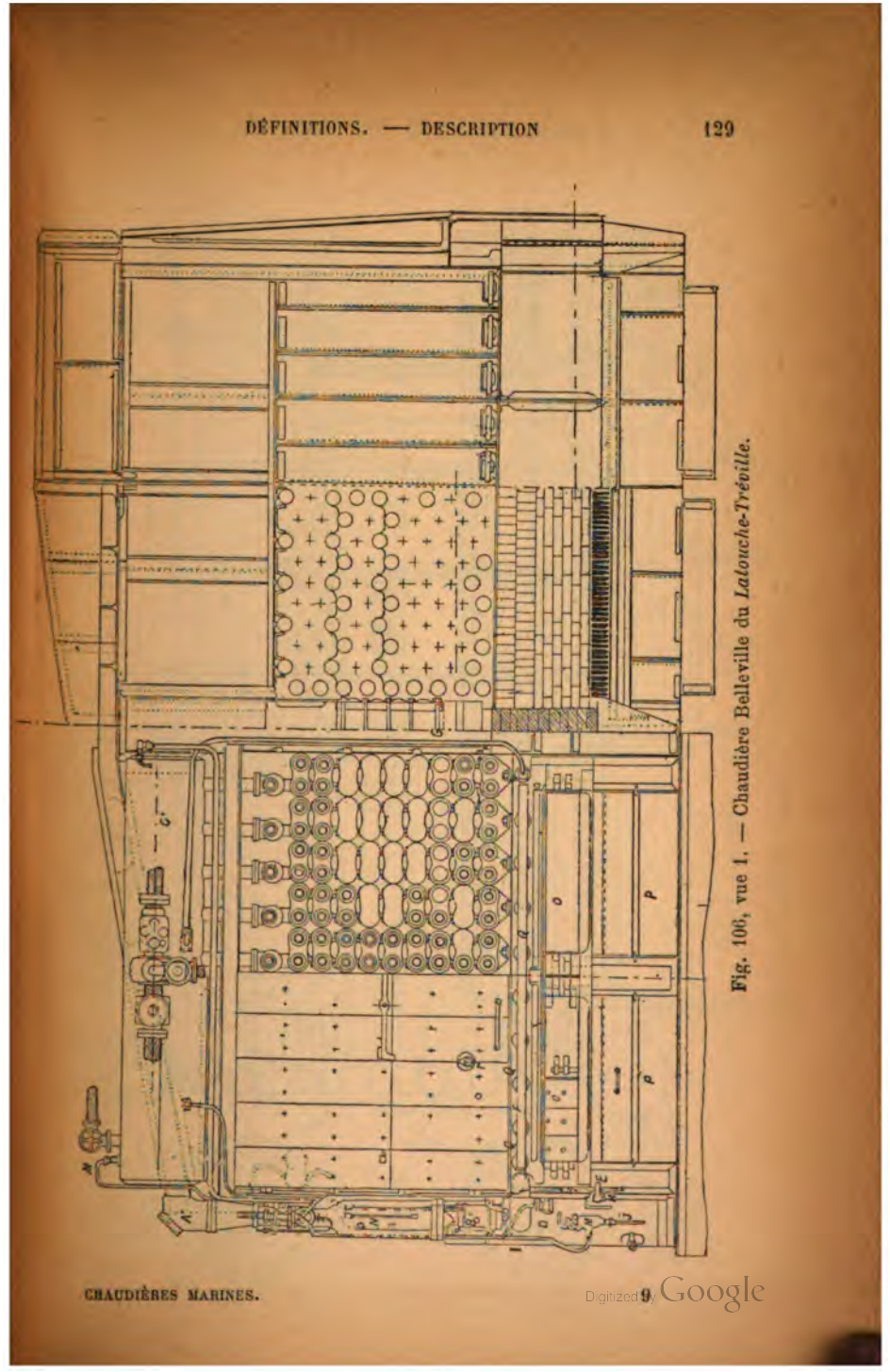


Fig. 106, vue 1. — Chaudière Belleville du *Latouche-Tréville*.

Digitized by Google

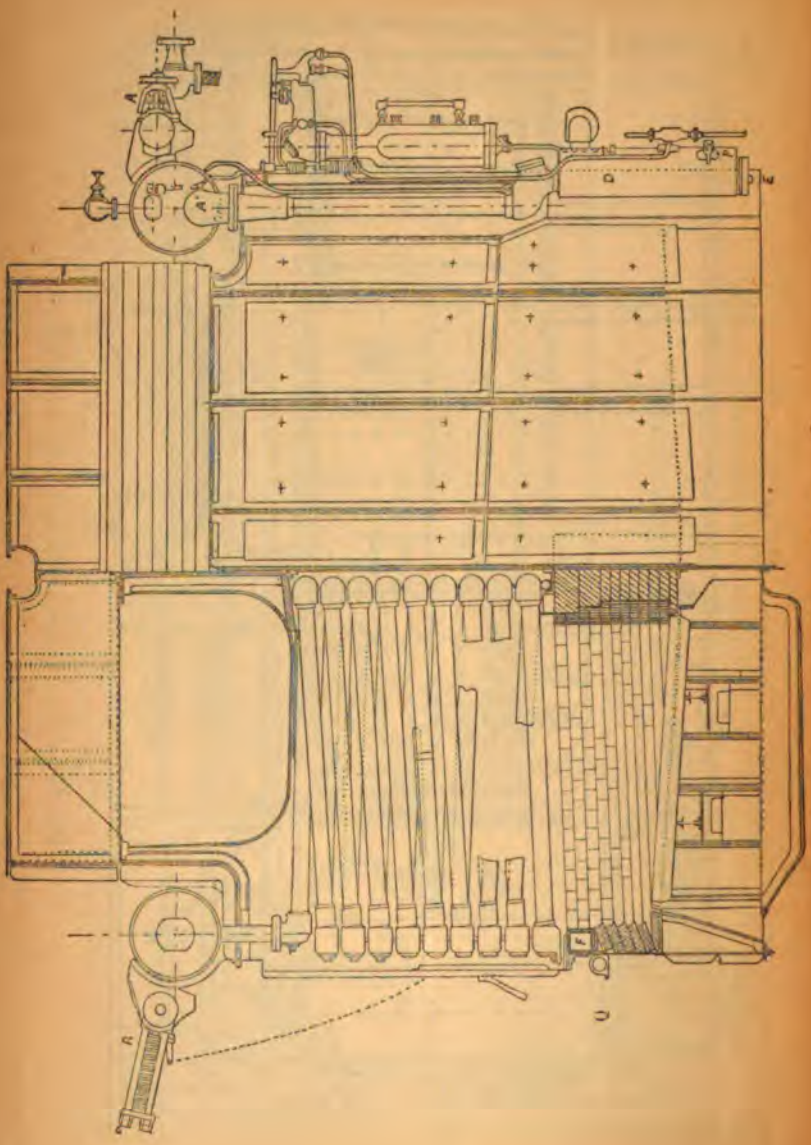


Fig. 100. — Vue 2.

Digitized by Google

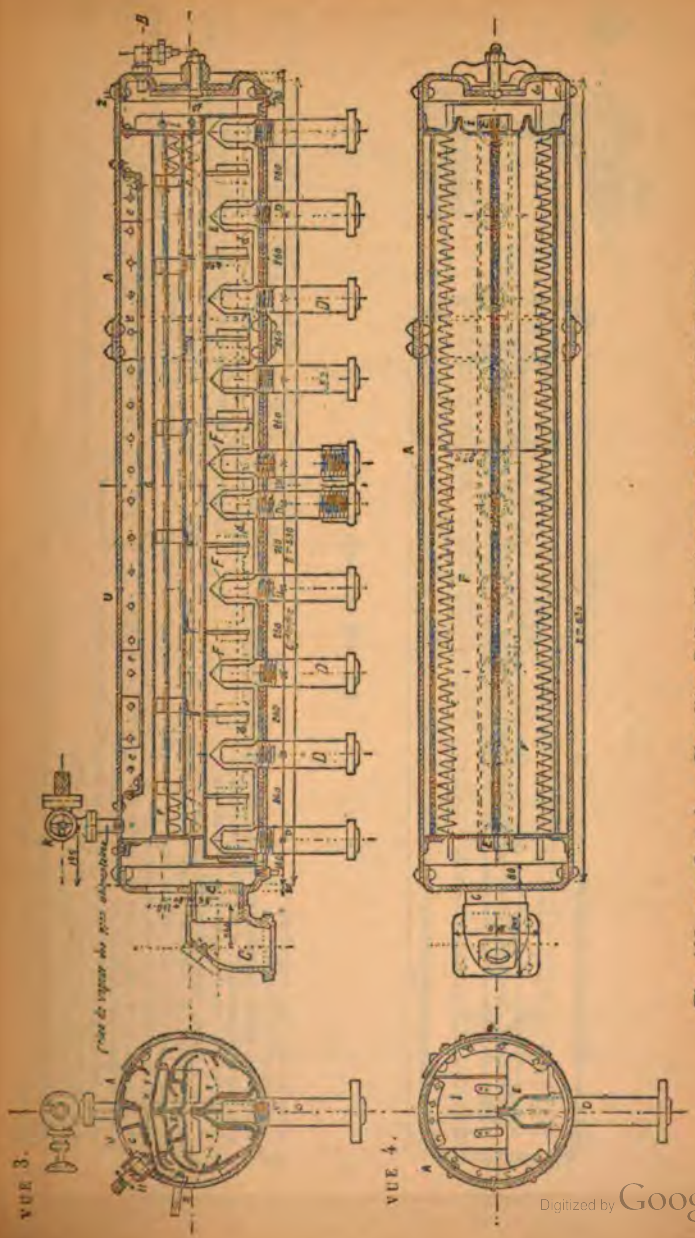


Fig. 106, vues 3 et 4. — Chaudière Belleville, épurateur du *Latouche-Tréville*.

Digitized by Google

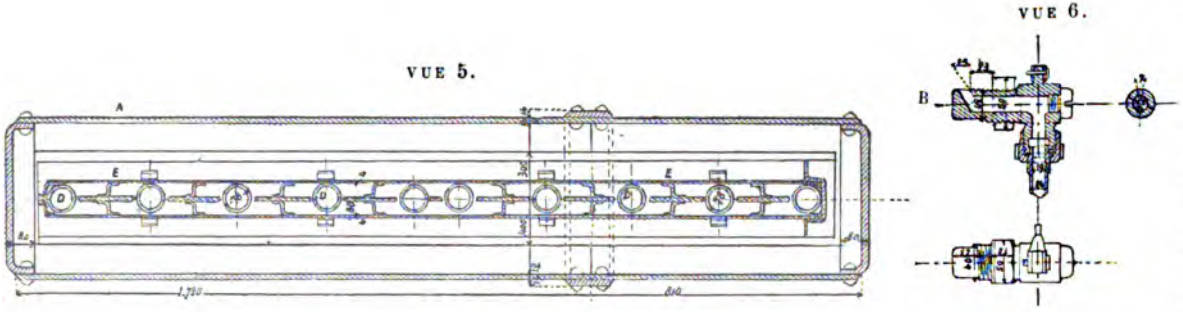


Fig. 106. — Vues 5 et 6.

A, corps du collecteur épurateur.
B, injecteur d'alimentation.
C, tubulure de retour amenant l'eau au tube de retour, au déjecteur, au collecteur d'alimentation, et de là aux éléments.
D, tubulures d'arrivée de vapeur dans l'épurateur.
F, cloches à vapeur recouvrant toutes les tubulures.
DD, cette cloche est divisée en autant de compartiments qu'il y a de tubulures. La vapeur qui pénètre dans ces compartiments repousse l'eau qu'ils renferment et sort en source par les échancrures *d*.

A sa sortie la vapeur traverse la couche d'eau, que renferme l'épurateur et dans laquelle se trouve l'eau d'alimentation.

Cette eau est par suite fortement brassée et échauffée par la vapeur, ce qui détermine la précipitation des sels calcaires.

F, écrans déterminés par des peignes.

La vapeur circulant dans les canaux formés par les écrans, s'y débarrasse de l'eau qu'elle peut avoir entraînée.

Cette eau fait retour dans le bas de l'épurateur, tandis que la vapeur qui se sèche de plus en plus à mesure qu'elle avance, s'élève vers la chambre de vapeur G.

G, chambre de prise de vapeur.

La vapeur pénètre dans cette chambre par les orifices *e*, convenablement disposés, pour que tous les éléments travaillent ensemble également.

H, manchon de sortie de la vapeur.

La tête de prise de vapeur qui porte la vanne d'arrêt et la soupape de sûreté, fait joint sur le manchon H.

I, poche d'injection sur laquelle se brise l'eau d'alimentation amenée par l'injecteur B.

L'eau d'alimentation est ainsi divisée au milieu de la vapeur et subit un premier échauffement brusque très favorable à la précipitation des sels calcaires.

K, soupapes de prise de vapeur des chevaux alimentaires.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

de la cheminée et empêcher les panaches de flamme et de fumée au sommet de la cheminée.

Collecteur supérieur de vapeur (fig. 106, vues 1, 2, 3, 4, 5 et 6). — A sa sortie des éléments la vapeur rencontre une cloison directrice en tôle et divers écrans. Elle arrive à la chambre de prise de vapeur après avoir suivi différents contours qui l'ont obligée à laisser tomber en gouttelettes l'eau qu'elle a pu entraîner.

Primitivement, l'eau d'alimentation arrivait au bas du collecteur, maintenant elle arrive en haut dans une chambre spéciale, contre les parois de laquelle elle se brise et abandonne ainsi, presque instantanément et presque totalement, les sels qu'elle peut contenir, sous l'action de la température à laquelle elle est portée immédiatement à son entrée dans le collecteur de vapeur. Sur diverses chaudières, l'eau d'alimentation arrivait sous forme de jet mince, elle était en quelque sorte pulvérisée à son introduction dans le collecteur, par l'ajutage; sur les dernières chaudières construites, *Latouche-Tréville* et *Bugeaud* (fig. 106), l'eau arrive simplement sous la forme d'un jet lancé obliquement, 38° environ, contre les parois de la chambre d'arrivée d'eau.

L'enveloppe, le fourneau et le cendrier ne présentent aucune particularité, sauf les portes de décrassage et de chargement qui sont a deux battants, afin de diminuer les rentrées d'air pendant les opérations de chargement et de décrassage. Les boîtes inférieures n'ont que deux tubes au lieu de trois comme sur l'*Alger*.

Les accessoires de cette chaudière sont :

Une soupape d'arrêt A placée sur la façade du collecteur supérieur;

Deux soupapes de sûreté à ressort RR';

Un manomètre;

Un collecteur d'alimentation M;

Une colonne de niveau N portant l'automoteur d'alimentation.

La colonne de niveau est placée sur le côté de la chaudière et communique avec les tubes de l'élément voisin par deux bouchons de nettoyage.

La soufflerie Q.

Un déjecteur D, récipient en tôle placé à la partie inférieure du tube qui amène l'eau d'alimentation dans le collecteur inférieur. Ce récipient porte un robinet d'extraction E.

Un épurateur général de vapeur est commun à toutes les chaudières.

Régulateur d'alimentation (fig. 107 et 108). — L'alimentation devant être très régulière, à cause du faible volume d'eau, le régulateur d'alimentation a besoin d'une grande sensibilité.

Description de la figure 108. — Il se compose d'un cylindre en bronze A, en deux parties reliées en B. La partie inférieure communique à l'aide d'une tubulure C avec le refoulement des pompes, elle porte le siège D d'une soupape en bronze F, qui empêche le retour

Digitized by Google

de l'eau des chaudières. Cette soupape est guidée à la partie supérieure par une crédine E emprisonnée entre les deux parties du cylindre.

La partie supérieure met en communication le dessus de la soupape et la chaudière à l'aide de l'orifice G et de la tubulure G'. La plus ou moins grande ouverture de l'orifice est obtenue à l'aide d'une

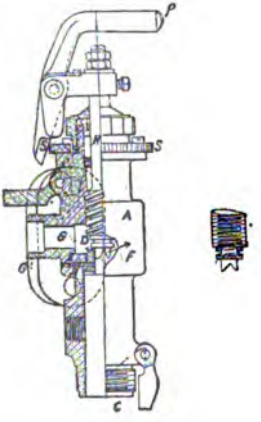


Fig. 107. — 1re disposition.

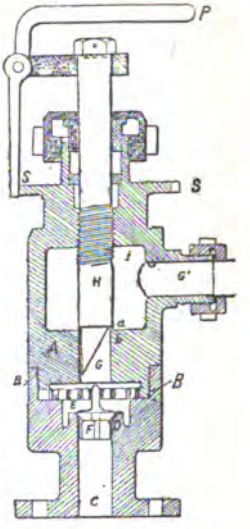


Fig. 108. — 2e disposition.

tige H, taraudée dans la partie supérieure du cylindre I et dont la partie inférieure est prolongée avec un diamètre plus faible et terminée en sifflet. Cet orifice est donc complètement fermé quand l'épanchement *a* de la tige repose sur la partie *b* de la boîte.

Pour obtenir une sensibilité encore plus grande, on remplace sur les dernières chaudières construites la partie taillée en sifflet par un V intérieur (fig. 107).

La manœuvre du régulateur s'opère par la poignée P, elle est courbée en forme d'équerre, son extrémité sert de frein et s'emmanche dans les encoches S taillées autour de la couronne.

Colonne de niveau et automoteur (fig. 109). — L'alimentation est réglée par une soupape S commandée par un flotteur par l'intermédiaire d'un levier L'.

Le levier L du flotteur oscille autour d'un couteau *o* et porte à son

Digitized by Google

extrémité un galet *a*, sur lequel appuie une tige *t* qui sort à l'extérieur par un presse-étoupe. Cette tige s'articule au levier L', mobile autour de l'axe *b* et dont l'une des extrémités actionne la soupape automotrice S logée dans une boîte *c* rapportée à la colonne de niveau et dans laquelle arrive l'eau d'alimentation après avoir soulagé la soupape de retenue R.

A l'autre extrémité du levier L' est suspendu un contrepoids fixe P, un ressort I et un poids mobile P' composé de rondelles mobiles. Chaque rondelle en moins élève le niveau de 25 millimètres et chaque rondelle en plus le descend de la même quantité.

L'eau d'alimentation arrive du régulateur alimentaire par le tuyau A, soulage la soupape de retenue R et passe par la soupape automotrice pour se rendre dans le collecteur supérieur par le tuyau B.

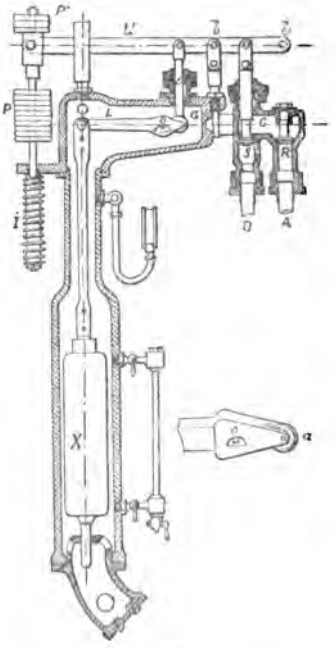


Fig. 109.

Fonctionnement. — Quand le flotteur X baisse, le bec *a* se relève, l'extrémité *l* du levier L' s'abaisse et la soupape S s'ouvre,

Quand le niveau monte, l'inverse se produit et la soupape S se ferme.

Retour d'eau et déjecteur (fig. 104, vue 1). — Le tuyau de retour d'eau E' se compose d'un tube en fer fixé à sa partie supérieure, au moyen d'un coude en fonte malléable, sur la chambre du collecteur épurateur où il reçoit l'eau d'alimentation. Sa partie inférieure fait joint au moyen d'une collerette à emboîtement sur la tubulure du déjecteur.

Ce dernier se compose d'un cylindre en tôle solidement rivé et à fonds emboutis. Une tubulure latérale B placée à sa partie inférieure établit une communication avec le collecteur d'alimentation. Les dépôts qui n'ont pas été entraînés par les extractions en ouvrant le robinet J qui communique avec le collecteur d'extractions, sont enlevés au mouillage par la porte de visite *p*.

Digitized by Google

CHAUDIÈRES « LATOUCHE-TRÉVILLE » ET « BUGEAUD »

ÉPURATEUR GENÉRAL DE VAPEUR

(Fig. 110-111.)

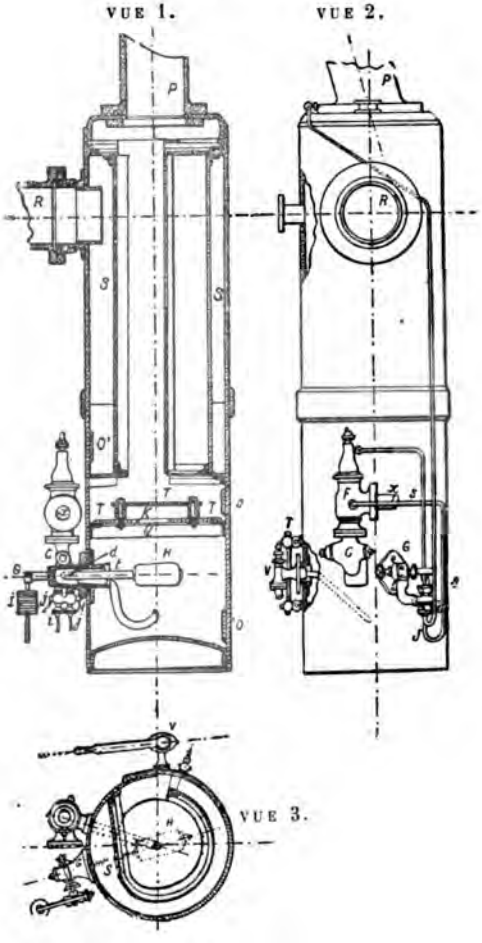
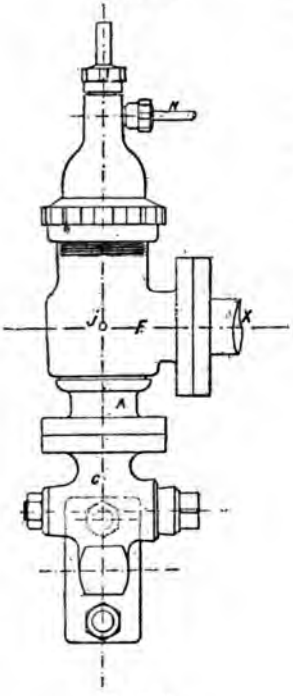


Fig. 110. — Vues 1, 2 et 3.

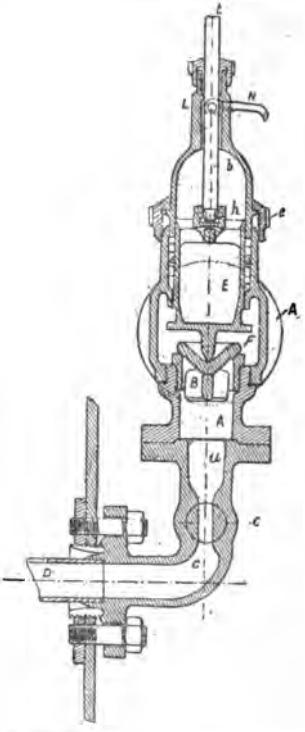
Digitized by Google

Dans ce type de chaudières, le coffre à vapeur étant très réduit, la circulation d'eau et de vapeur très rapide, la vapeur, à sa sortie des chaudières, au lieu de se rendre directement aux machines, passe d'abord par un épurateur général afin de se débarrasser de l'eau qu'elle entraîne forcément. S'il y a deux machines, il y a deux épurateurs. Les épurateurs du *Latouche-Tréville* se composent chacun d'un grand cylindre S en tôle d'acier partagé en deux compartiments par une cloison transversale T formée par deux tôles

VUE 4.



VUE 5.



VUE 6.

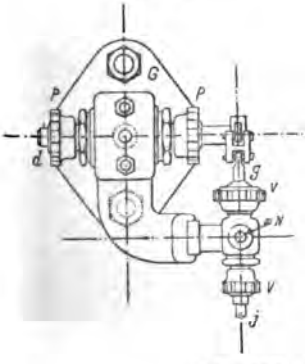


Fig. 110. — Vues 4, 5 et 6.

Digitized by Google

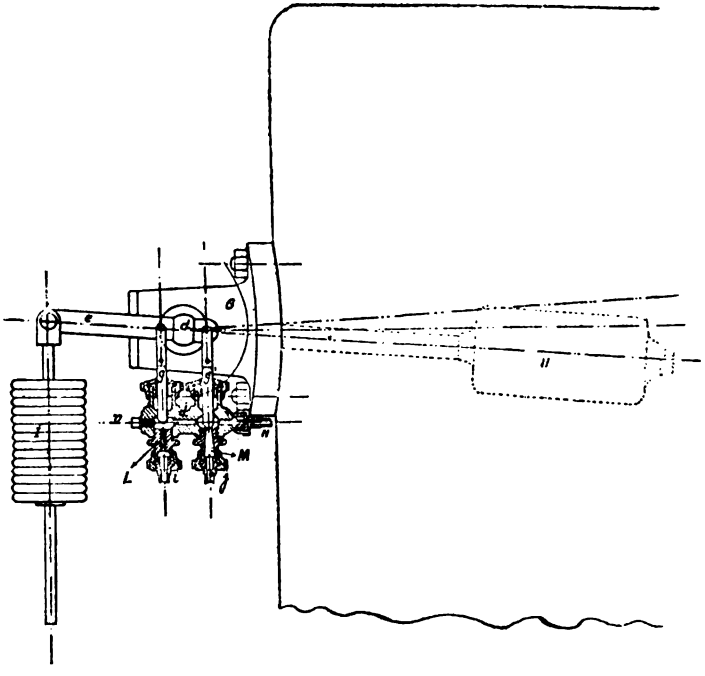


Fig. 110. — Vue 7.

A, boîte à clapet du purgeur automatique.
B, clapet de purge; le dessous de ce clapet communique avec la chambre à eau de l'épurateur.
C, robinet à main au moyen duquel on peut isoler la boîte A de l'épurateur général.
D, tuyau plongeur de prise d'eau dans l'épurateur.
E, piston en contact par sa partie inférieure avec le clapet B, se meut au travers d'une garniture étanche *a*. Il est surmonté d'une chambre *b*, dans laquelle la pression de la vapeur agit ou cesse d'agir par le mouvement alternatif des deux pointeaux *i* et *j* et du flotteur H, selon qu'il y a ou non de l'eau dans l'épurateur.
F, chambre d'évacuation du clapet B, en communication avec le condenseur des machines principales par l'intermédiaire du tuyau *x*.
G, boîte en fonte fixée sur la chambre à eau de l'épurateur. Cette boîte porte un axe tournant *d*, sur lequel sont calés le flotteur H, le levier *e*, et son contrepoids I.
L'axe *d* se meut dans des presse-étoupes étanches et commande à l'extérieur le levier sur lequel sont articulés les deux poinçons ou pointeaux *i* et *j*.
H, flotteur.
I, contrepoids du flotteur.
J, robinet de commande de la purge automatique. Ce robinet est constitué par les deux poinçons *g* et *g'*, ouvrant alternativement les deux orifices L et M qui leur correspondent.
L, orifice de communication par le tuyau *i* avec la chambre de vapeur de l'épurateur.
M, orifice en communication, par le tuyau *j*, avec le tuyau *x*, d'évacuation au condenseur.
N, tuyau faisant communiquer la partie centrale du robinet J avec la chambre *b* et le piston du plongeur. Quand le niveau de l'eau dans l'épurateur se tient au-dessous de la positi horizontale du flotteur H, ce flotteur baisse et occupe la position inférieure de la figur le poinçon L démasque son orifice, le poinçon M ferme le sien; la vapeur accède alo par les tuyaux *i* et N au-dessus du piston E et le clapet B est maintenu sur son siège. Quar

Digitized by Google

séparées par un intervalle K, la tôle inférieure est percée d'un orifice Q par lequel tombe l'eau. Au-dessus de cette cloison, il existe un cloisonnement vertical représenté par la figure 110, vue 1. Par sa forme, ce cloisonnement communique au mélange d'eau et de vapeur un mouvement circulaire provoquant la séparation de l'eau qui tombe alors par l'orifice Q.

La vapeur arrive des chaudières par la tubulure P et s'échappe par la tubulure R se rendant ensuite dans le détendeur. Avant d'aboutir aux registres des machines, la vapeur passe donc nécessairement par l'épurateur et par le détendeur.

L'eau séparée de la vapeur tombe donc à la partie inférieure de l'épurateur, dans cette partie est placé un flotteur H dont nous allons voir le but.

Deux appareils A et G représentés par la figure 110, constituent le système automoteur de l'expulsion de l'eau lorsque celle-ci atteint une certaine hauteur dans l'épurateur. L'appareil A appelé, dans l'usage des machines, purgeur automatique, se compose d'une boîte A fixée sur le contour du cylindre S, dans cette boîte est logé un piston E glissant à frottement dans une garniture *a*.

La base de ce piston est terminée par une tige qui appuie sur un clapet B et le maintient sur son siège lorsqu'il n'y a pas d'eau dans l'épurateur. Ce clapet, avec le robinet C, intercepte la communication de l'épurateur avec le condenseur. Au-dessus du piston, est articulée une tige qui permet de le faire jouer à la main et de s'assurer que sa manœuvre ne présente pas une résistance anormale. Entre la base inférieure du piston et la partie supérieure du clapet, il existe une chambre F dans laquelle aboutit le tuyau X d'évacuation au condenseur. Au-dessus du piston E, dans la chambre *b*, débouche un tuyau de vapeur N, et dans la chambre F, au-dessus du clapet B, un tuyau *j* (vue 4). La surface du piston est d'environ trois fois celle du clapet. Cette différence de surface est indispensable pour assurer la position du clapet sur son siège, lorsqu'il n'y a pas d'eau dans l'épurateur; car, comme il est indiqué par la disposition des figures 110 et vues 1, 2, 3,

---

le niveau monte, le flotteur occupe la partie supérieure et alors l'orifice L se referme et l'orifice M s'ouvre: la vapeur, qui appuyait le piston et par conséquent maintenait le clapet sur un siège, s'écoule par les tuyaux N et *j* dans le tuyau *c* d'évacuation au condenseur. Le clapet B se soulève et la purge s'effectue.

Quand le niveau de l'eau redevient normal, le flotteur redescend, et arrivé horizontalement, les poinçons L et M reprennent leur position de fermeture, et la vapeur agissant le piston, ce dernier appuie de nouveau le clapet sur son siège et la purge cesse.

P risée de la vapeur a l'épurateur général.

R rtie de la vapeur.

S emin circulaire cloisonne autour duquel circule la vapeur avant de prendre l'orifice R. st dans ce moment de rotation qu'elle abandonne les gouttelettes d'eau qu'elle avait rainées des chaudières, ou celles provenant de la condensation.

T louble cloison de séparation entre l'eau et la vapeur, et empêchent ses mouvements dans oulis.

V binet de purge à la main.

O itoclave pour le nettoyage de l'épurateur .

Digitized by Google

4, 5, 6, 7, la surface intérieure du clapet est soumise à la pression de la vapeur de l'épurateur, et sa face supérieure sollicitée par le vide du condenseur; le piston se trouve dans les mêmes conditions d'équilibre, lorsque le clapet est fermé ; mais lorsque celui-ci se soulève, il n'existe plus de pression sur la face supérieure du piston, puisque cette partie est aussi en communication avec le condenseur par le tuyau N et par le tuyau *j*. Lorsque le clapet doit se refermer, comme le piston éprouve des résistances dues au frottement, il faut donc que, lorsque la vapeur agira de nouveau sur sa face supérieure, qu'il retombe immédiatement pour appuyer le clapet.

Voyons maintenant le mode d'agir du flotteur H.

La boîte G est également fixée sur le pourtour du cylindre S; elle est traversée par un axe *d* sur lequel est calé le bras *t* du flotteur H, la disposition est indiquée par les vues 6 et 7. En dehors de la boîte G, et sur une des extrémités de l'axe *d* est fixé dans le bras *e* qui actionne deux pointeaux *g*, *g*, à l'extrémité du bras *e* est suspendu un autre contrepoids I facilitant le mouvement du flotteur H. Comme l'indique la vue 7, une boîte J est percée longitudinalement, une extrémité de ce conduit est fermée par une vis *v*, et l'autre extrémité porte un raccord reliant par le tuyau N le conduit de la boîte J avec le dessus du piston E. La boîte J porte encore les deux orifices L et M auxquels correspondent chacun des pointeaux *g*, *g*; les orifices L et M sont prolongés par des raccords sur lesquels sont fixés les tuyaux *i* et *j*; le tuyau *i* correspond avec la chambre à vapeur de l'épurateur et le tuyau *j* avec la partie inférieure du clapet B et par conséquent avec le condenseur.

Les relations entre le purgeur automatique A et la boîte G du flotteur H étant établies, examinons maintenant le fonctionnement de ces organes. Supposons que l'eau atteigne dans l'épurateur la hauteur maximum.

Le flotteur H dans ces conditions monte, fait osciller sur la gauche l'axe *d*, par conséquent le bras *e* tombe, le pointeau *g'* démasque l'orifice M et le pointeau *g* ferme l'orifice L, par ce mouvement, la vapeur qui était dans la chambre *b* appuyant le piston sur le clapet, s'écoule par le tuyau N, passe par le tuyau *j* et l'orifice M et s'échappe au condenseur par le tuyau *x* au-dessus du clapet B. Le piston n'étant plus appuyé, le clapet se soulage et l'eau s'évacue, et cette évacuation dure tant que le flotteur n'est pas redescendu à la position inférieure qui lui a été assignée. Occupant cette dernière position, examinons à nouveau ce qui se passe. Le pointeau *g'* ferme l'orifice M, le pointeau *g* démasque l'orifice L, la vapeur arrive alors de l'épurateur par le tuyau *i*, traverse la boîte J, passe par le tuyau N et vient appuyer sur la face supérieure du piston qui tombe alors en appuyant le clapet de nouveau sur son siège.

Cette double opération se répète chaque fois que le flotteur H atteint ses limites supérieure et inférieure. On est prévenu du fonctionnement

Digitized by Google

par un bruit particulier qui se fait entendre dans les tuyaux. En cas

VUE 1. VUE 2.

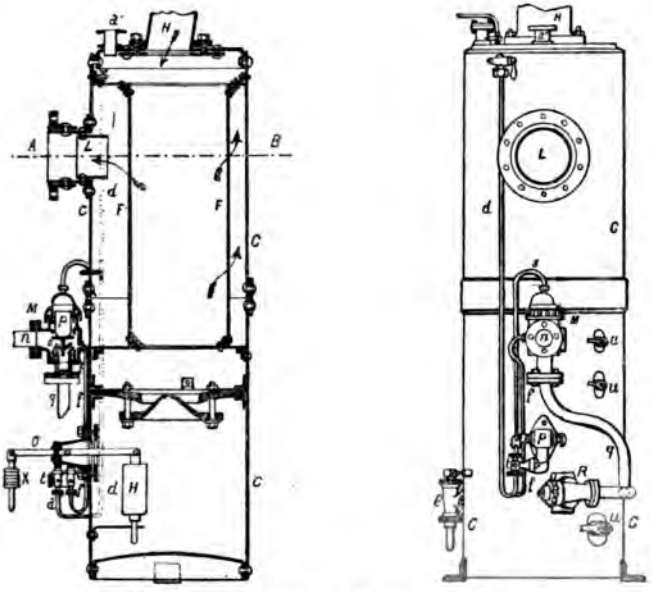
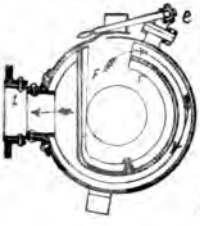


Fig. 111, vues 1, 2 et 3. — Epurateur du *Milan*.

VUE 3.



VUE 1.

C, cylindre en tôle formant l'épurateur.
D, cloison munie d'un clapet divisant en deux parties l'appareil.
F, cloisonnement où s'écoule la vapeur.
H, tuyau d'arrivée de vapeur.
L, sortie de vapeur.
M, boîte de purgeur automatique.
n, communication avec l'atmosphère.
m, communication au moyen du tuyau *q* et du robinet R avec partie inférieure de l'épurateur.
o, clapet sur lequel s'appuie le cylindre *p*.
d, tuyau d'arrivée de vapeur sur le piston *p*.
f, tuyau de communication avec l'atmosphère du piston *p*.

VUE 2.

[illegible] au faisant communiquer le dessus du [illegible]ton *p* avec la boîte *t*.
[illegible] poinçons actionnés par le levier *o*.
[illegible]ntrepoids du levier.
y, axe traversant la boîte creuse P fixée contre C.
H, flotteur fixé à l'extrémité du levier *oy*, commandant les poinçons *a* et *b*.

[illegible]aries dans les organes de ce purgeur automatique; il en existe un [illegible]xième manœuvrable à la main. Sur le côté du cylindre S est fixé

Digitized by Google

un robinet V à deux orifices que l'on manœuvre soit avec une clé, soit avec un volant, la disposition est représentée par la disposi-

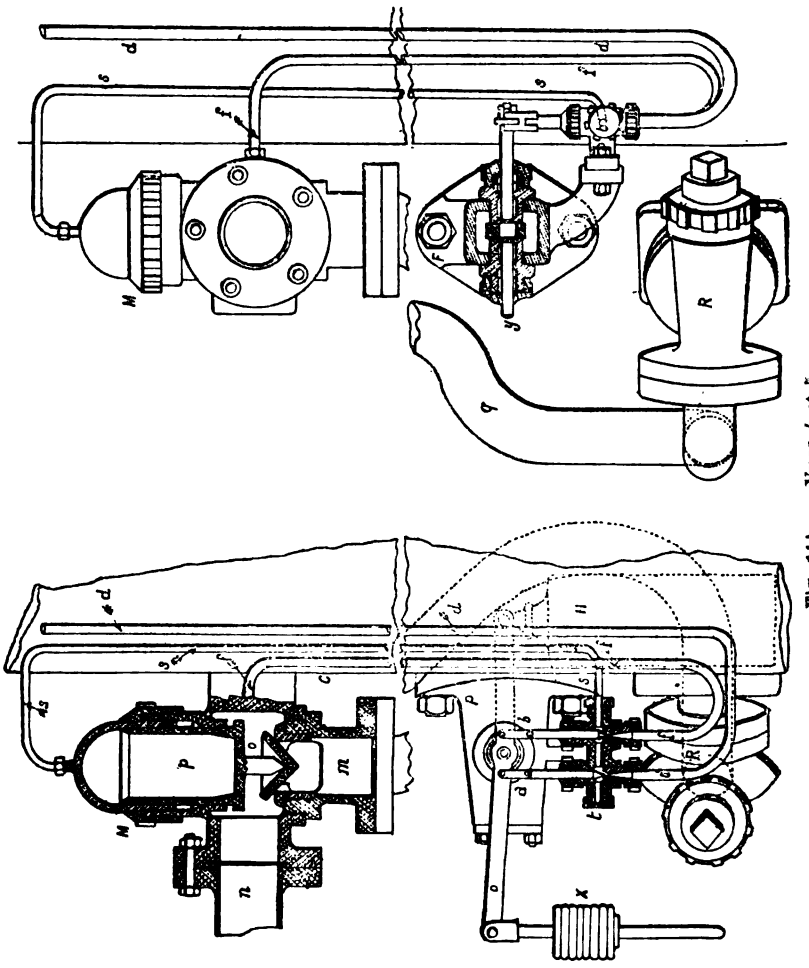


Fig. 111. — Vues 6 et 7.

tion T (vue 2). Un tube de niveau indique le moment convenable o l'on doit ouvrir le robinet V.

La figure 111 représente l'épurateur employé sur le *Milan;* il beaucoup d'analogie avec les nouveaux qui sont employés sur l *Latouche-Tréville* et le *Bugeaud.*

Digitized by Google

RÉGULATEUR DÉTENDEUR DE PRESSION SYSTÈME BELLEVILLE

(Fig. 112.)

Dans les chaudières multitubulaires à petits volumes d'eau et de vapeur, il y aurait des variations assez sensibles dans la constance de la pression et par conséquent des irrégularités fréquentes dans la vitesse des machines. Toute petite irrégularité dans la chauffe, dans l'alimentation, provoquerait des changements dans la pression. Avec ces chaudières il est donc indispensable d'employer un détendeur régulateur permettant une chute de pression de 5 kilogrammes entre la pression initiale des chaudières et celle à laquelle fonctionne les machines. Ainsi, les chaudières Belleville fonctionnent à 17 kilogrammes et les machines à 12. Avec cet écart de 5 kilogrammes on renferme toutes les irrégularités qui peuvent se produire dans la conduite des chaudières et on peut compter sur une pression constante aux machines. Quelle que soit la pression à laquelle on marche aux chaudières, on règle toujours la pression au détendeur en dessous de la première. Pendant les essais du *Latouche-Tréville*, on pouvait suivre les variations inévitables de la pression aux chaudières et la constance de celle ci-après le détendeur.

Ce régulateur détendeur est placé sur le tuyau principal de vapeur de chaque machine, il se compose, comme l'indique la figure 112, d'une cuvette en fonte A dans laquelle est logée une soupape B à lanterne glissante, à frottement doux dans un cylindre E en bronze portant les mêmes orifices que la soupape; l'augmentation ou la diminution de l'ouverture se fait donc verticalement par étranglement à la façon d'un registre ordinaire. La soupape B est commandée par un piston plongeur G traversant une boîte à étoupe garnie par un boudin de pâte antifriction système Belleville et d'une rondelle en caoutchouc placée à la partie supérieure. Le piston C est relié à la soupape équilibrée B à l'aide d'une chape et au croisillon G à l'aide d'un écrou, des vis latérales empêchent le piston de tourner. Aux extrémités du croisillon G sont fixées une des extrémités des ressorts à boudin et l'autre extrémité à un deuxième croisillon. La tension des ressorts selon la pression que l'on veut obtenir après le détendeur et la pression initiale avant le détendeur est réglée par un volant K et une ·is J limitée à ses extrémités par la crapaudine M et la traverse T, elle : peut que tourner.

La tension des ressorts est telle qu'en s'ajoutant à la pression de la ıpeur détendue, elle reproduise la pression de la vapeur initiale. oins la pression est élevée après le détendeur, plus cette tension es ressorts doit être grande.

Des manomètres placés sur des tubulures *p* après le détendeur et *o* ant le détendeur indiquent la tension que l'on doit donner aux ressorts.

Digitized by Google

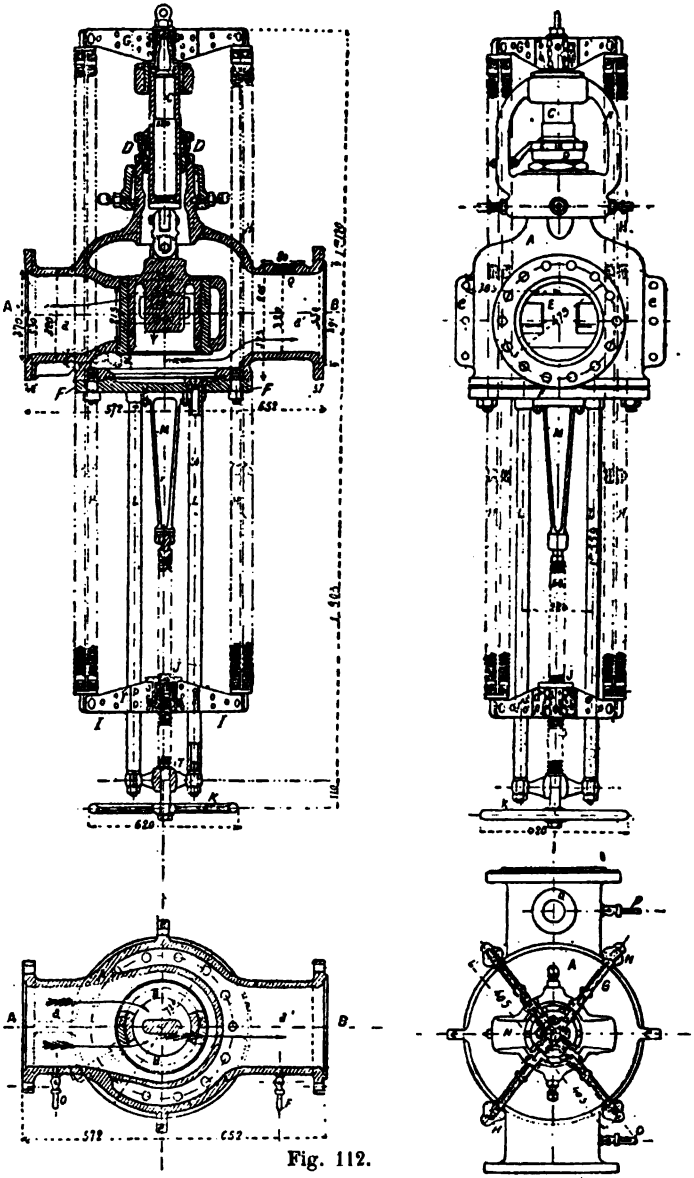


Fig. 112.

Digitized by Google

CHEVILLES FUSIBLES AVERTISSEUSES EN PLOMB

(Fig. 113.)

Pour prévenir l'abaissement du niveau et la surchauffe anormale de la vapeur, on place sur les éléments doubles aux boites de raccord de la rangée supérieure, et à celle de la troisième rangée, des chevilles fusibles en plomb. Lorsque la pression baisse, malgré une chauffe énergique, on peut être certain que le niveau a baissé, que la circulation se fait mal et que les indications du niveau peuvent être erronées. Dans ce cas, par suite de l'abaissement du niveau, la surface de chauffe diminue et les chevilles fusibles fondent et avertissent de ce qui se passe.

La confection des chevilles fusibles avertisseuses se fait à l'aide d'un moule spécial, elle est aussi simple que leur emploi est facile; en toutes circonstances, le métal (plomb) dont elles sont composées se trouve partout.

La fusion d'une cheville n'occasionne ni trouble, ni gêne dans le service des chaufferies, elle n'a d'autre effet que de produire un siffle-

---

Légende de la figure 112.

A, corps en fonte du régulateur détendeur portant les tubulures *a*, *a'* d'arrivée et de sortie de vapeur, la bride F pour démontages et visites de la soupape équilibrée, les oreilles *e* de fixation du corps à un support.
B, soupape équilibrée à la lanterne.
C, piston plongeur portant les articulations de raccordement avec la soupape B et la traverse G
D, boîte à garniture.
E, fourreau en bronze percé de lumières, dans lequel se meut la soupape B.
F, fond démontable du détendeur.
G, traverse supérieure de tension des ressorts.
H, ressorts contrepoids.
I, traverse inférieure de tension des ressorts.
J, vis de tension des ressorts.
K, volant de réglage.
L, colonnes-guides de la traverse inférieure de tension.
M, crapaudine de la vis de tension.
N, arcade-guide du piston.
O, prise pour le manomètre indiquant la pression avant le détendeur.
P, — — — — après le détendeur.
filetage recevant la soupape de sûreté après le détendeur.

Vota. — Ressorts en fils d'acier carré de 6 millimètres de côté, enroulés à bloc (spires se chant), sur mandrin de 24 millimètres de diamètre, pour travailler à l'extension. La longueur totale initiale de chaque ressort est de 2 millimètres et se compose de 4 tronçons de centimètres de longueur chacun, assemblés entre eux par des raccords filetés, se vissant la longueur de 2 spires sur les extrémités du ressort.
Résistance maximum du ressort à l'extension 160 kilog. sous un allongement égal aux de sa longueur.

Digitized by Google

ment aigu de vapeur, qui a précisément pour but d'avertir, en temps utile, d'une situation anormale. La machine peut continuer à marcher alors même qu'on ne remplacerait pas immédiatement une cheville fondue.

La facilité et la promptitude avec lesquelles s'opère, en marche, le remplacement d'un cheville fondue, constituent un des avantages du système.

L'application des chevilles fusibles aux générateurs Belleville, les préserve de toutes avaries pouvant résulter d'un défaut d'alimentation ou de l'obstruction accidentelle d'un élément.

Dans le premier cas, lorsque le niveau de l'eau vient à baisser, la vapeur se surchauffe de plus en plus dans les tubes supérieurs, jusqu'à ce qu'elle atteigne le degré de température correspondant à la fusion du métal de la cheville. Cette cheville fond alors et donne passage à un filet de vapeur qui produit un sifflement avertisseur.

Dans le deuxième cas, le niveau de l'eau dans l'ensemble du générateur étant à la hauteur normale, il peut arriver accidentellement qu'un des éléments générateurs, par suite d'une obstruction partielle dans son parcours, ne communique plus librement, haut et bas, avec les collecteurs d'eau et de vapeur. Il arrive alors que par suite du défaut de libre circulation de l'eau dans cet élément, la vapeur s'y surchauffe graduellement, jusqu'à ce que sa température atteigne 330°, température de fusion des chevilles en plomb.

Remplacer une cheville fondue (fig. 113). — 1° On engage une cheville neuve dans la chambre réservée à cet effet dans l'outil spécial composé d'un petit cylindre et d'une tige mobile à l'intérieur, et on l'y fixe, si cela est utile, à l'aide d'un brin de déchet ou de chiffon, engagé dans la chambre en même temps que la cheville, pour remplir l'espace vide et empêcher ainsi la cheville d'osciller sous l'action du jet de vapeur lorsqu'on la présente devant le trou; 2° on présente la cheville obliquement à l'entrée du trou à boucher; puis après l'y avoir introduite, on l'appuie sur la tige de l'outil; l'écoulement de vapeur cesse aussitôt, et alors un simple choc imprimé sur la tige et répété deux ou trois fois, suffit pour river la cheville.

Les chevilles fusibles doivent toujours faire saillie à l'intérieur des boîtes de raccord d'au moins un centimètre, afin que, si les surfaces intérieures se recouvraient d'une couche de dépôts quelconques, la fusion de la partie qui fait saillie puisse dégager l'orifice, pour laisser un passage libre à la vapeur. Si la cheville ne faisait pas saillie, une couche de dépôts, même de faible épaisseur, pourrait, lorsque la cheville serait fondue, ne pas céder sous la pression de la vapeur, eu égard au petit diamètre du trou.

Lorsque l'abaissement du niveau de l'eau, par suite d'insuffisance ou du manque d'alimentation a fait fondre une cheville, on ferme la

Digitized by Google

porte du cendrier aussitôt qu'on entend le sifflement du jet de vapeur; puis on entr'ouvre les portes de la boîte à tubes pour arrêter l'activité de la combustion; enfin, lorsqu'on a reconnu la cause du défaut d'alimentation et qu'on y a remédié, on remplace la cheville fondue, après avoir laissé toutefois à l'alimentation le temps de se rétablir, et à la vapeur celui de prendre sa température normale, sans quoi la cheville mise en remplacement fondrait aussitôt.

Lorsque, accidentellement, une cheville persiste à fondre après que le remplacement a été assuré dans les conditions spécifiées ci-dessus (fait qui indique l'obstruction partielle de l'élément auquel appartient la cheville), on met bas les feux si les conditions de marche le permettent; puis après avoir démonté les bouchons de cet élément, on visite la communication du collecteur d'alimentation avec l'élément

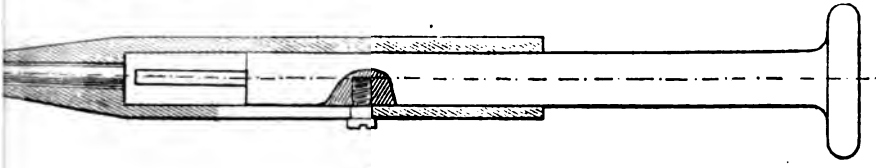


Fig. 113.

et ensuite l'intérieur de tous les tubes et de toutes les boîtes de communication de cet élément, de la base au sommet; à cet effet, on introduit à l'intérieur des tubes, et successivement dans chacun d'eux, une bougie fixée sur l'extrémité du grattoir pour nettoyage; on peut ainsi, par le passage des rayons lumineux d'un tube dans l'autre, s'assurer si les communications des raccords de fond sont bien dégagées. Lorsqu'il en est autrement, leur dégagement s'opère facilement à l'aide de l'outil spécial.

Après avoir visité l'élément indiqué par la cheville fondue, on devra aussi visiter les autres éléments du même générateur, notamment dans la partie correspondant à celle où l'on aura constaté l'engorgement du premier.

Monter un élément (fig. 114). — Pour monter un élément on peut procéder de la façon suivante :

Les tubes longs et courts ainsi que leurs manchons ayant été pré-
-és, on place à son poste le collecteur inférieur sur l'armature de
face AV de la chaudière; on met ensuite les mamelons en place
ıs les boîtes jumelles pour les tubes courts; cela fait, on place sur
ıx tréteaux les boîtes jumelles de la face AV et de la face AR de
ément que l'on veut monter. On visse sur le tube court d'abord les
ıx bagues d'étanchéité, puis le manchon d'assemblage G avec le
melon; puis on visse l'extrémité AR du tube dans la boîte jumelle

Digitized by Google

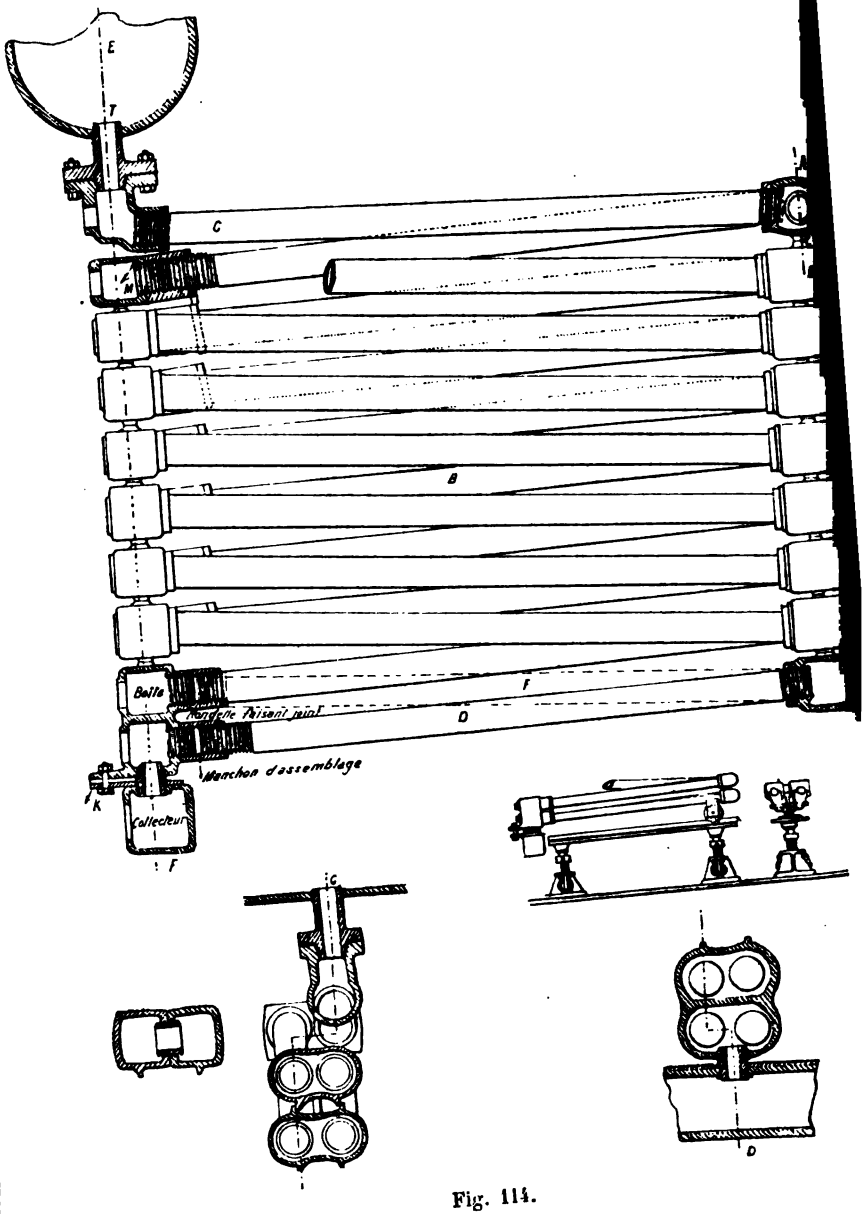


Fig. 114.

Digitized by Google

du fond, de façon à ce que l'extrémité vienne se rapprocher du manchon F, il faut alors que le montage soit fait de telle façon que le mamelon et le tube ne forment qu'un seul cylindre. Cela fait, on visse le manchon d'assemblage sur le mamelon d'attente; ce manchon serré, on serre les petites bagues en ayant soin de placer à l'avance du mastic Belleville entre le manchon d'assemblage et la boîte et entre la bague et le manchon. Des gorges circulaires sont pratiquées sur le bout du pourtour du manchon et des bagues pour recevoir cette composition. Pour monter le tube long, on le visse du double dans la boîte jumelle de la face avant : on prend cette hauteur avec un compas, on la divise en deux et on le dévisse de la moitié qui se visse dans la boîte jumelle opposée et on serre les deux petites bagues en ayant soin de mettre dans leurs petites gorges circulaires du mastic Belleville qui sert à faire le joint. On continue à monter les éléments ainsi jusqu'aux tubes supérieurs dont les deux extrémités sont filetées à pas contraires ; on visse ces tubes dans les boîtes jumelles opposées et cela fait on les dévisse en les vissant alors dans les boîtes du collecteur de vapeur, jusqu'à ce que les trous des boulons de ces boîtes se trouvent en regard des trous correspondants du bout d'attente du collecteur. Cela fait, on serre les bagues ; l'élément est donc monté. Le plein des chaudières se fait par un autoclave placé sur le bout du collecteur de vapeur.

Le joint des bouchons de visite se fait au moyen d'une rondelle d'amiante cérusée du côté du bouchon et garnie de mastic Belleville sur la face extérieure. On procède ainsi pour que lors d'un démontage la rondelle d'amiante reste collée contre le bouchon sans adhérer à la boîte de raccord.

Le joint des boîtes de raccord avec le collecteur d'alimentation est obtenu à l'aide d'une rondelle conique excessivement mince en maillechort ou en cuivre rouge recuit.

Changer un tube crevé (fig. 114). — 1° Le tube à changer A étant mobile on le coupe sans sortir l'élément, on fait une saignée pour sortir le haut du tube resté dans la fourche en ayant soin de ne pas abîmer les filets de celle-ci; on passe le taraud dans la boîte de raccord et la filière aux extrémités du tube à changer pour raviver les filets, on procède ensuite à la mise en place du tube neuf;

2° Le tube B ne possédant pas de manchons, sortir l'élément, couper le tube aux deux extrémités ainsi que les contre-bagues, sortir bouts du tube en faisant une saignée au bédane, en ayant soin de pas abîmer les filets de la boîte à raccord, les deux parties de lément se trouvent ainsi séparées; raviver les filets, visser les bagues r le tube à mettre en place; visser le tube à bloc dans la boîte à ccord, rapprocher les deux parties de l'élément et les assembler en vissant le tube de la moitié environ; serrer les bagues;

3° Un tube à manchon nécessite la même opération;

Digitized by Google

4° Le tube inférieur D étant à changer on est obligé de couper le manchon du tube représenté en pointillé; les 2 parties de l'élément se trouvent désemparées, on effectue la réparation comme précédemment.

Pour changer le tube F, couper le manchon du tube pour désemparer la boîte jumelle du reste de l'élément.

Les avantages des chaudières Belleville consistent : dans leur prompte mise en pression (quarante-cinq minutes au plus, après leur allumage). Mais il est préférable d'allumer lentement afin de ne pas fatiguer les joints et de mettre deux heures à deux heures et demie pour avoir 4 kilogrammes et augmenter la pression avec l'augmentation d'allure de la machine.

Dans la grande sécurité qu'elles donnent à la pression élevée à laquelle elles fonctionnent (17 kilogrammes sur l'*Alger*) ; car les tubes générateurs pourraient se déchirer, mais sans déterminer une explosion.

Dans leur montage et démontage facile, car la chaudière par elle-même n'étant qu'une simple enveloppe en tôle, on peut l'assembler sur place ainsi que tous les éléments générateurs. On peut donc embarquer une chaudière en détail et la monter sur place, à son poste à bord.

L'inconvénient de ces chaudières consiste dans leur petit volume d'eau et de vapeur, ce qui exige pour conserver une pression constante une chauffe méthodique et une alimentation régulière; dans les soins qu'il faut apporter pour la confection de tous les joints et dans l'entretien parfait des automoteurs alimentaires et de l'épurateur de vapeur; dans l'extrême propreté qu'il faut assurer dans les collecteurs, dans les faisceaux tubulaires, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il faut maintenir l'état de propreté de la mise en place, si l'on veut obtenir une bonne durée de ces chaudières. Tout corps étranger, gras ou calcaire est une cause isolant les parois des tubes de l'eau et par conséquent donnant lieu à leur surchauffe — et par suite à des fissures.

Sans changer le principe de ces chaudières, M. Belleville a apporté quelques modifications au type Alger :

1° Sur le *Latouche-Tréville*, afin d'établir une circulation d'eau plus active dans tous les éléments, la communication entre le réservoir supérieur et le collecteur inférieur a été augmentée par l'adjonction de deux nouveaux tuyaux représentés par le dessin figure 106 et l'arrivée de l'eau d'alimentation dans le collecteur supérieur se fait par un ajutage débouchant à pleine section. Ce dispositif a l'avantage d diminuer la pression dans les tuyaux alimentaires.

Sur le *Bugeaud* (fig. 115 et 116), trois tubulures mettent les collecteurs en communication et pour donner une plus grande vitesse l'eau à son entrée dans les boîtes inférieures des éléments, on a mi de petits cônes en acier intérieurs au cône d'assemblage des boite avec le collecteur.

Digitized by Google

Sur le *Bugeaud* (fig. 117), dans le collecteur supérieur, l'arrivée de

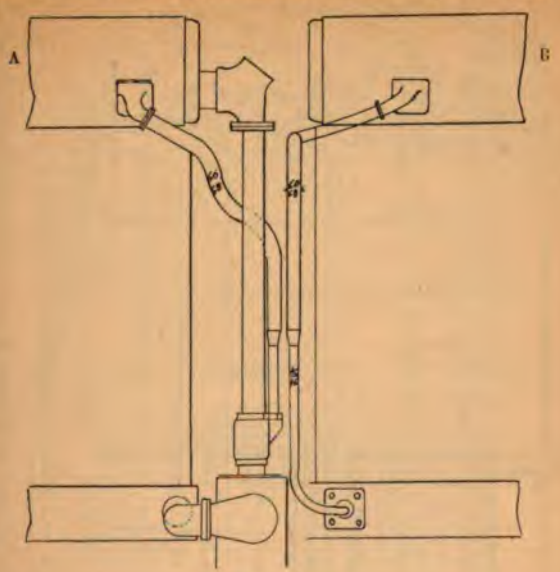


Fig. 115.

l'eau consiste tout simplement dans un ajutage recourbé projetant à

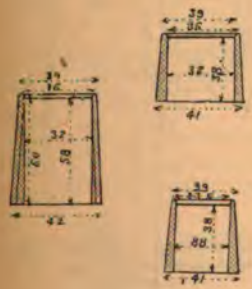


Fig. 116.

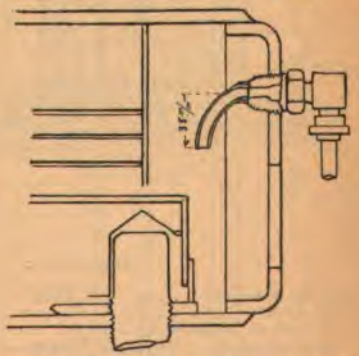


Fig. 117. — Nouvelle disposition de l'arrivée de l'eau d'alimentation.

la partie inférieure et avec un jet d'une section bien plus grande que celle qui était employée sur les anciennes chaudières.

Sur le croiseur *Pothuau* (fig. 118, vues 2 et 3), les collecteurs

Digitized by Google

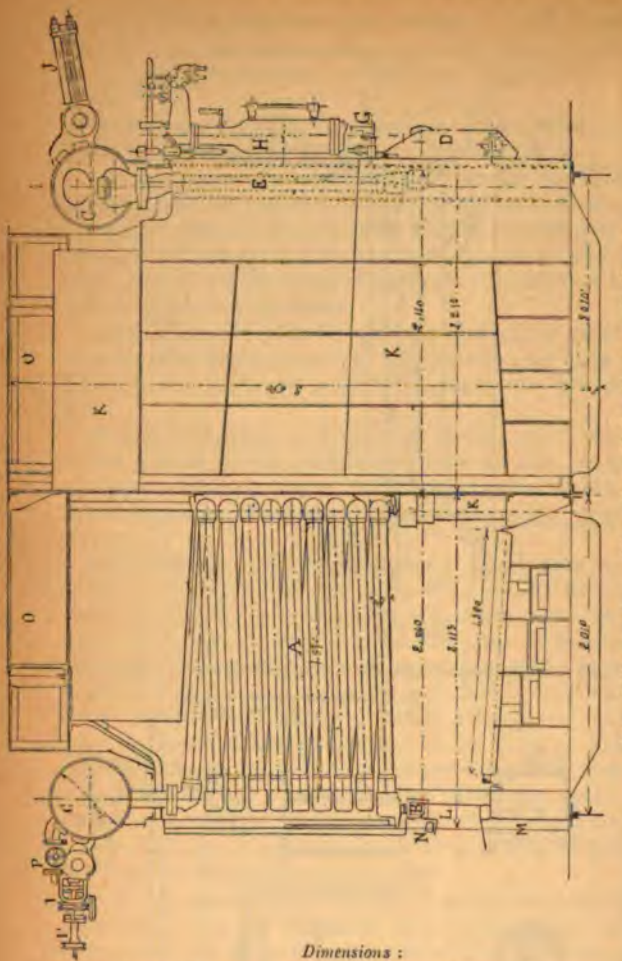


Fig. 118, vue 1. — Chaudière Belleville type *Pothuau*.

A, éléments générateurs de vapeur.
B, tube collecteur d'alimentation.
C, collecteur épurateur de vapeur et d'eau.
D, récipient des boues et graisses.
E, tuyau de retour d'eau de l'épurateur.
F, communication des éjecteurs D avec le tube collecteur d'alimentation B.
G, robinet gradué d'alimentation.
H, régulateur automatique d'alimentation.
I, vanne de prise de vapeur des machines principales.
J, soupape de sûreté.
K, enveloppe des générateurs.
L, porte pour le chargement des foyers.
M, porte de cendrier.
N, mélangeur des gaz combustibles.
O, cadre d'attente des culottes des cheminées.
P, robinet-vanne de prise de vapeur des chevaux alimentaires.

Dimensions :

Timbre des chaudières	17 kilog.	Diamètre des tubes, extérieur.	100 mm.
Nombre de chaufferies. . . .	6	Nombre de tubes par corps. .	180
Nombre total de corps et de foyers par corps. . 18 corps,	1 foyer.	— — total	3 240
Surface de grille d'un corps AV.	$4^{m^2}.07$	Volume d'eau par corps AV et milieu.	1 135 litres.
— — — AR.	$4^{m^2},33$	Volume d'eau par corps AR .	1 185 —
Surface de grille de tous les corps de chaudière.	$74^{m^2},82$	— total	$20^{m^3},730$
Longueur d'un élément AV et milieu	$1^m,97$	Volume de vapeur par corps AV et milieu.	1 585 litres.
Longueur d'un élément AR. .	$2^m,07$	Volume de vapeur par corps AR.	1 635 —
Diamètre des tubes intér. 84, 88 et 92 mm.		Volume total de vapeur. . . .	$28^{m^3},830$

Digitized by Google

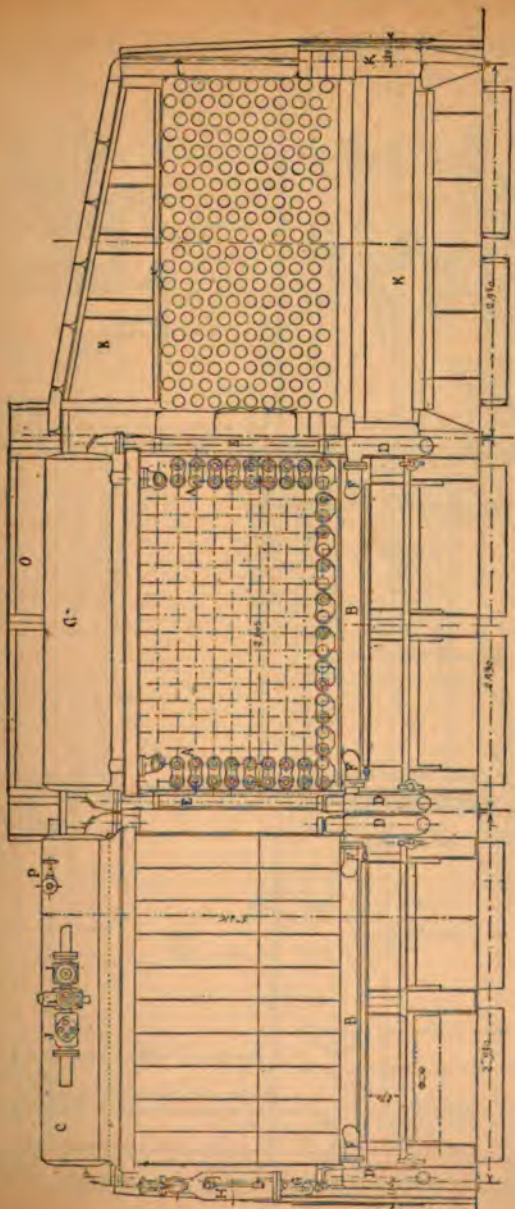


Fig. 118, vue 2. — Chaudière Belleville, type *Polhuau*.

Digitized by Google

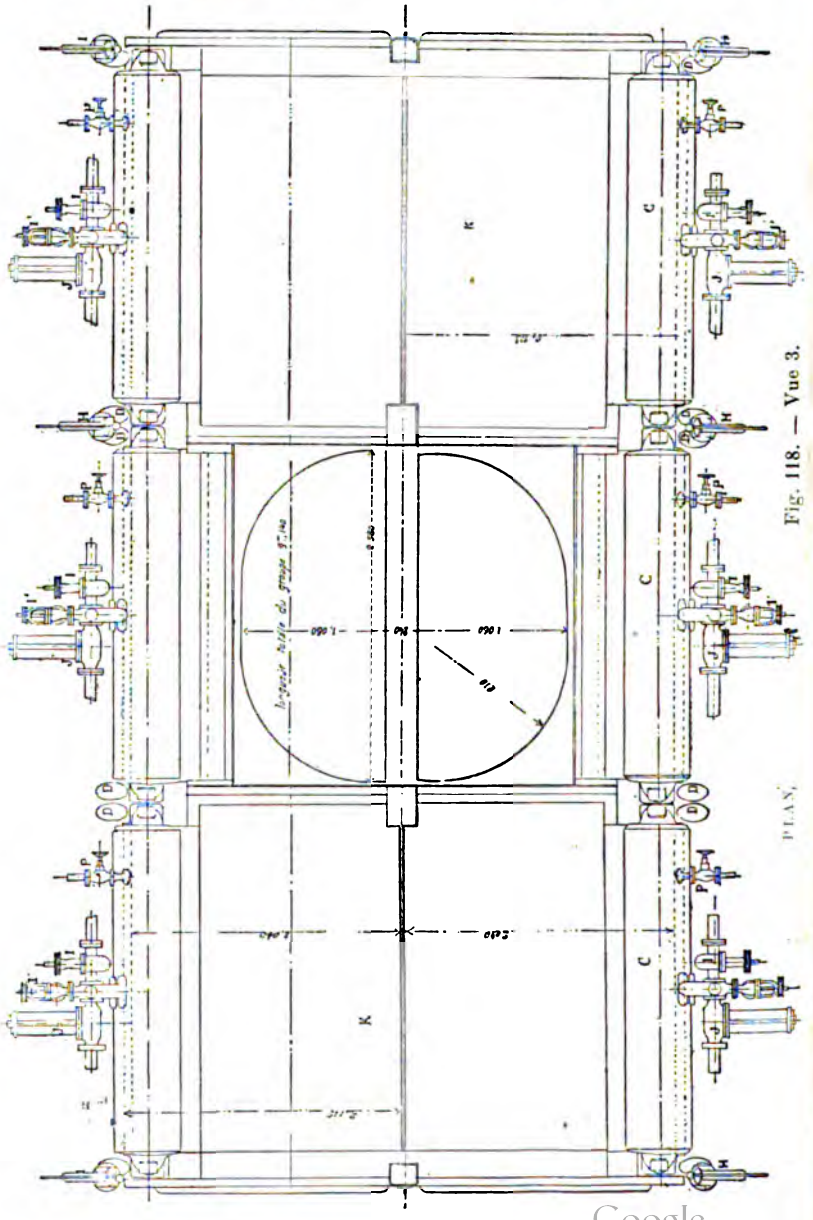


Fig. 118. — Vue 3.

Digitized by Google

COMPRESSEUR D'AIR (*système Thirion*)

VUE 1. VUE 2.

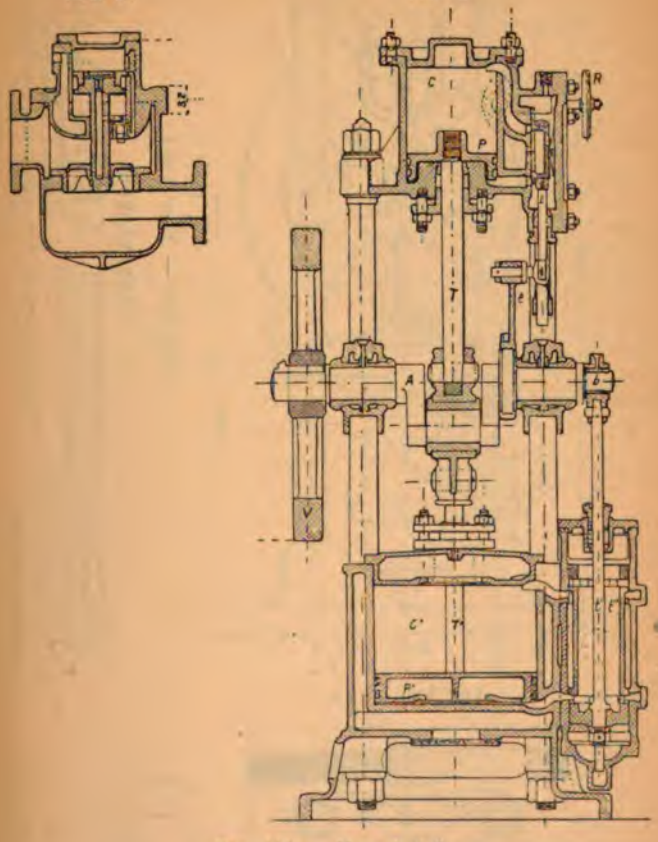


Fig. 119. — Vues 1 et 2.

MOTEUR

C, cylindre à vapeur.

P, piston en acier portant deux bagues suédoises en fonte.

T, tige du piston à vapeur clavetée sur la partie supérieure d'un cadre en deux parties en acier.

t, tige du tiroir à l'extrémité de laquelle est vissé un cadre en fer servant à l'entraînement du tiroir à vapeur.

g, guide en bronze conduisant le tiroir à vapeur.

e, excentrique en bronze conduisant le tiroir à vapeur.

A, arbre à vilebrequin portant dans deux paliers fixés aux deux colonnes-portes.

V, volant régulateur clavetté à l'extrémité de l'arbre.

R, soupape de prise de vapeur.

Digitized by Google

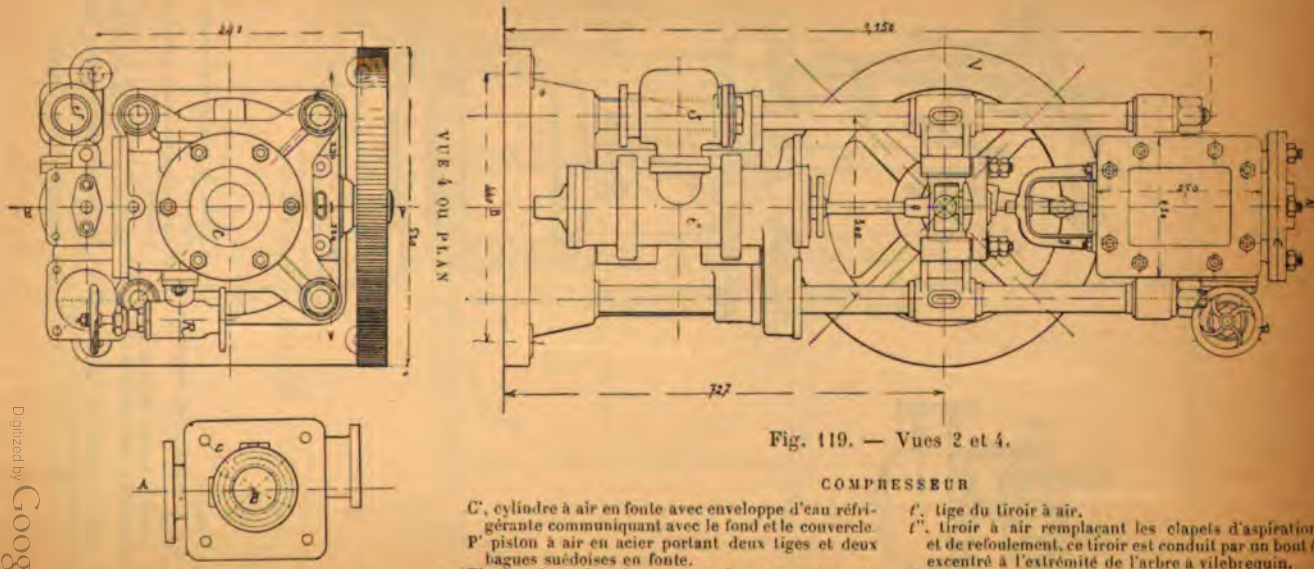


Fig. 119. — Vues 2 et 4.

COMPRESSEUR

C', cylindre à air en fonte avec enveloppe d'eau réfrigérante communiquant avec le fond et le couvercle.
P' piston à air en acier portant deux tiges et deux bagues suédoises en fonte.
T', tige vissée dans le piston et clavetée sur la partie inférieure du cadre.
t', tige du tiroir à air.
t'', tiroir à air remplaçant les clapets d'aspiration et de refoulement, ce tiroir est conduit par un bout à excentré à l'extrémité de l'arbre à vilebrequin.
S, soupape régulatrice de refoulement.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ieur et inférieur sont simplement réunis par deux tubulures dont porte le déjecteur. Ces tubulures sont plus grandes.

écran X force les gaz à s'infléchir avant de s'engager dans la inée.

rage. — Primitivement le tirage et le brassage des gaz étaient uits par un tuyau placé au-dessus du collecteur d'alimentation, é de petits trous et communiquant avec le réservoir de vapeur.

ujourd'hui, ce tuyau au lieu d'envoyer de la vapeur envoie de l'air pression par l'intermédiaire de machines soufflantes (fig. 119). économise ainsi l'eau douce des générateurs. La pression de l'air ie de 600 grammes à 1 kilogramme.

Les chicanes sont disposées maintenant comme l'indique la fi-re 104, vues 4 et 5.

Cette disposition est très avantageuse et force la combustion des z à s'opérer avant leur arrivée dans la cheminée.

Dans les dernières chaudières du *Bugeaud*, les éléments reposent sur s galets en acier T, voir la figure 120. La dilatation des tubes se fait nsi plus facilement et sans fatigue.

APPAREILS POUR NEUTRALISER LES ACIDES GRAS

Pour neutraliser les acides gras, on fait passer l'eau d'alimentation ans un réservoir spécial renfermant de la chaux (fig. 121). La proportion de chaux est de un centimètre cube environ par tonne d'eau. Le papier de tournesol doit bleuir quand il est plongé dans l'eau de la chaudière. On enverra donc de l'eau de chaux en quantité plus ou moins grande selon que le degré d'acidité de l'eau des chaudières sera plus ou moins élevé.

GRILLES MOBILES

Nouvelle disposition des grilles Belleville. — Pour décrasser les grilles et briser le mâchefer, les nouvelles chaudières Belleville ont un dispositif spécial (voir la figure 123). Le système de mobilité des grilles est divisé par séries de 4 barreaux dont 1 barreau fixe et 3 barreaux mobiles. Le soulèvement des barreaux s'effectue toujours par deux à la fois et de telle sorte que dans chaque série le barreau du milieu est soulevé alternativement par l'avant et par l'arrière, tandis que le barreau de gauche n'est soulevé que par l'avant et le barreau de droite que par l'arrière.

On doit prendre soin lors de la mise en place des barreaux de les amener toujours à buter vers l'avant de façon à laisser à l'arrière tout

Digitized by Google

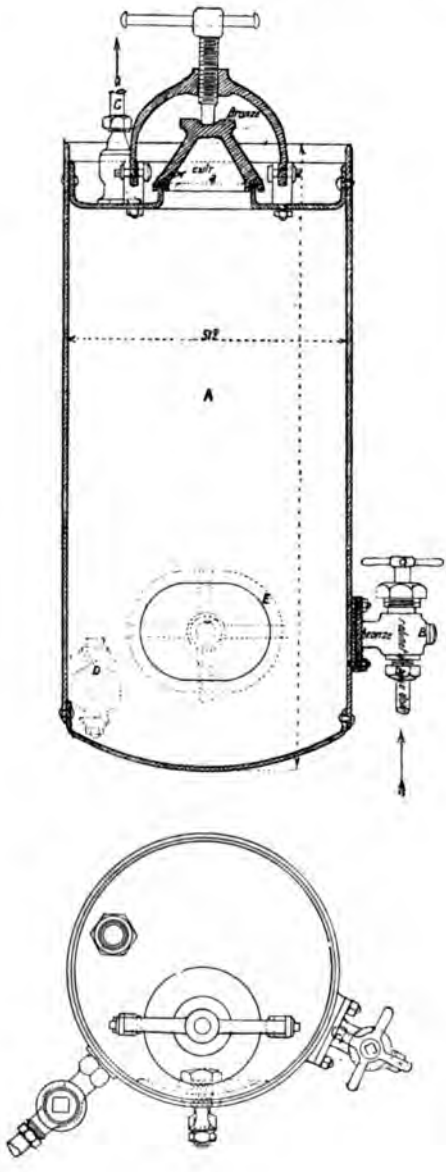


Fig. 121.

A, caisse cylindrique à eau de chaux pouvant supporter une pression de 1 kilogramme par centimètre carré.

a, porte d'introduction de la chaux fermée au moyen d'un couvercle facilement démontable.

B, robinet d'arrivée de l'eau prise sur la conduite générale d'alimentation.

C, tuyau de sortie d'eau munie d'un clapet de retenue (diamètre intér., 15 mm.).

D, robinet de vidange.

E, autoclave de nettoyage en fonte de fer.

NOTA. — Le tuyau de sortie d'eau C doit aboutir dans la caisse d'alimentation autant que possible au point où s'effectue le déversement de l'eau sortant du condenseur.

Digitized by Google

le jeu qu'ils doivent avoir en bout, dans le cadre du foyer; ce jeu doit être au minimum de 20 millimètres et il est nécessaire de le vérifier à chaque foyer.

Le soulèvement des barreaux mesuré à leurs extrémités avant et

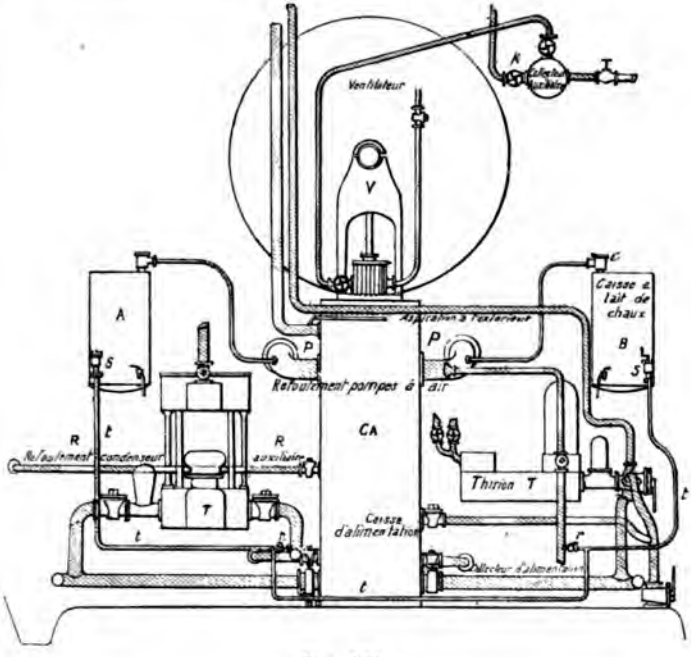


Fig. 122.

DISPOSITION DU « CASSINI »

CA, caisse d'alimentation.
A et B, caisses à lait de chaux dans lesquelles on introduit la chaux en poudre.
P, P, refoulement des pompes à air.
t, t, tuyau de refoulement de l'eau d'alimentation des petits chevaux dans les caisses à lait de chaux, A et B.
C, C', soupapes d'évacuation de l'eau de chaux dans le refoulement des pompes à air.
S, S', soupapes régulatrices de la quantité d'eau de brassage.
r et r', robinets de refoulement placés sur les tuyaux t, t', et permettant de se servir de l'un ou de l'autre des petits chevaux selon que l'on marche avec l'un ou l'autre.
V, V, ventilateur.
K, collecteur de vapeur des auxiliaires.

a ère doit être de 30 à 35 millimètres. La hauteur des touches mobiles e réglée sur place pour obtenir cette quantité de soulèvement; elles o été à cet effet tenues un peu plus hautes qu'il n'est utile à la r ction de hauteur reconnue nécessaire d'effectuer par le bas, et s ement sur l'étendue de largeur correspondant à chaque support.

Digitized by Google

Pour permettre à l'air de passer plus facilement en lui offrant une plus grande section, les constructeurs ont mis des entremises entre les divers barreaux des grilles (fig. 124).

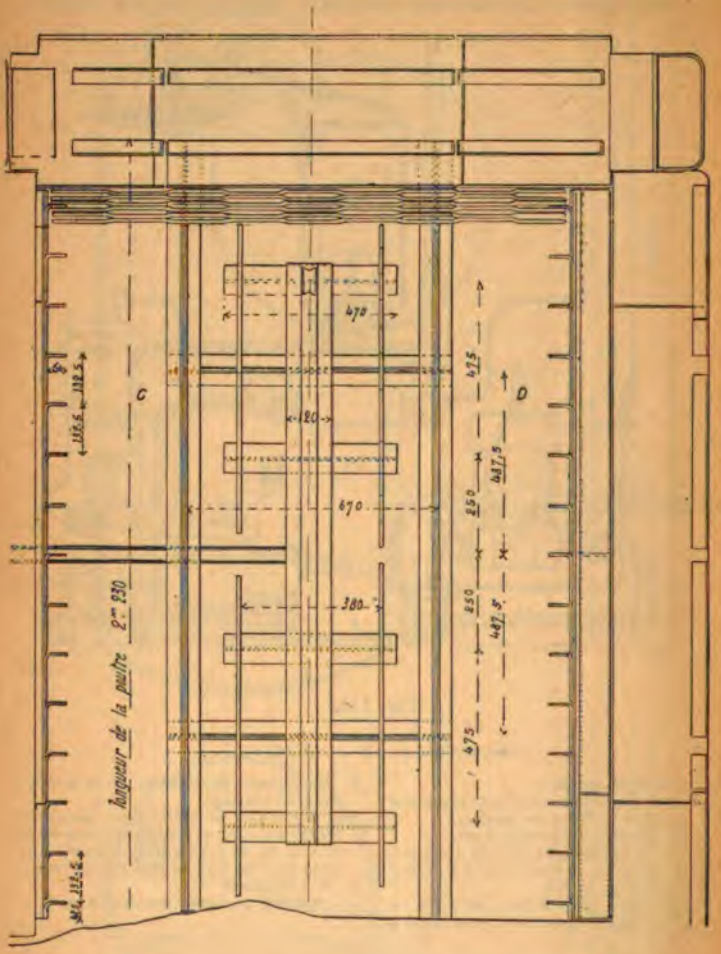


Fig. 123, vue 1. — Plan.

Guide pour le redressage des tubes (fig. 125, vues 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). — Pour redresser les tubes cintrés par suite d'un manque d'eau accidentel, il faut opérer séparément sur chaque élément de tubes assemblés, comme il va être expliqué ci-après et comme l'indique le dessin.

Digitized by Google

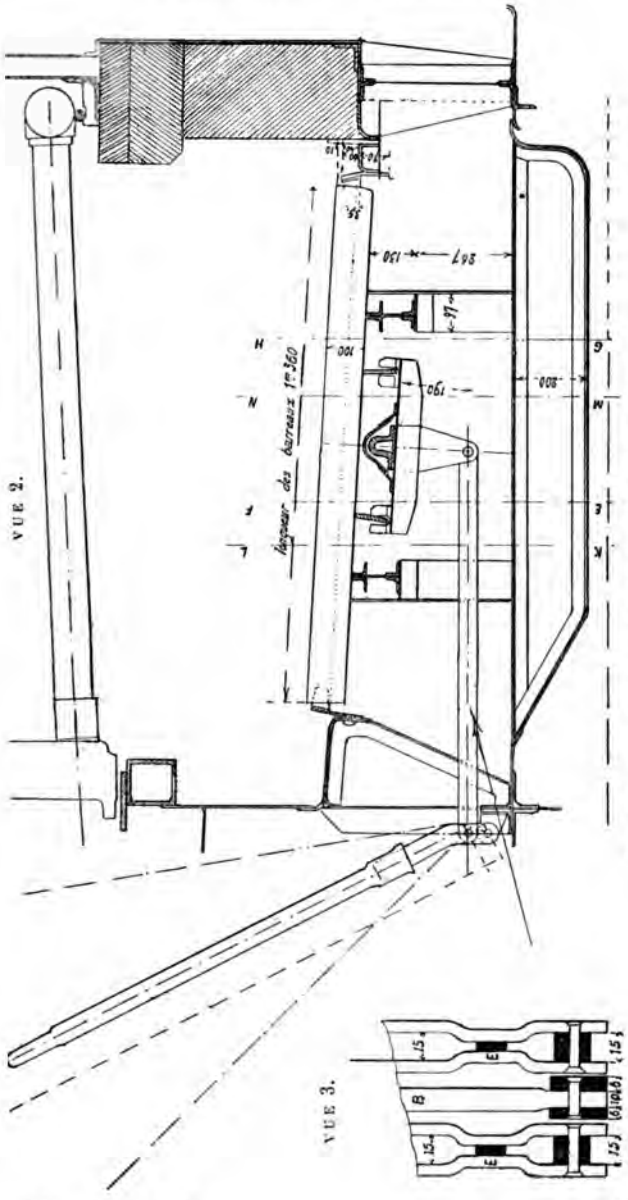
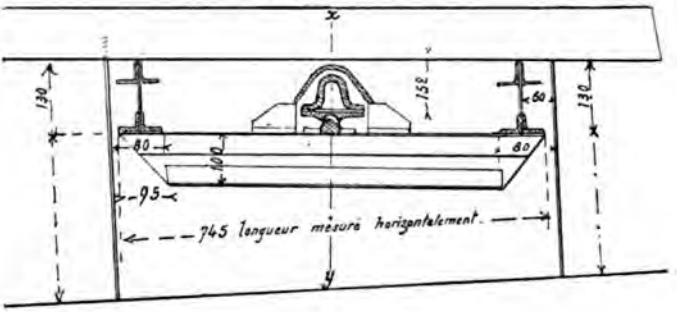


Fig. 123, vues 2 et 3. — Coupe longitudinale du plan.

Digitized by Google

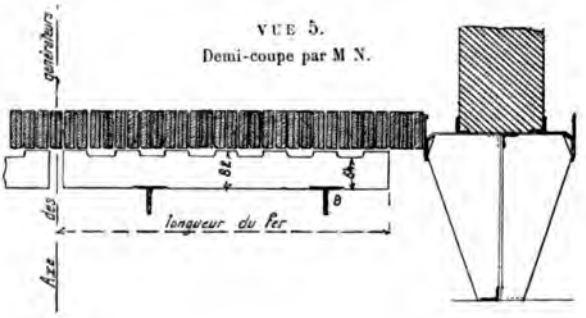
VUE 4.

Coupe par C D du plan.



VUE 5.

Demi-coupe par M N.



VUE 6.

Demi-coupe par E F.

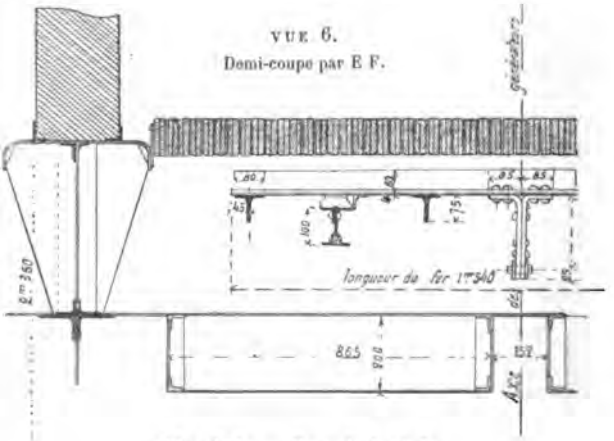


Fig. 123. — Vues 4, 5 et 6.

Digitized by Google

L'élément étant placé horizontalement sur deux tréteaux, procéder comme suit (fig. 1 et 2) :

1° Engager entre les tubes, à chaque extrémité de l'élément, un bouchon tirant A, faisant traction haut et bas sur deux traverses B (fig. 7). Ces boulons doivent être serrés modérément, pour permettre

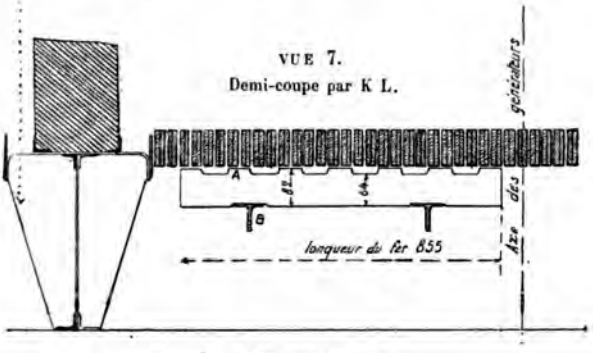


Fig. 123. — Vue 7.

aux boîtes de se déplacer sans effort à la demande du redressement des tubes, tout en les empêchant de sortir de leurs taquets ;

2° Placer aux deux extrémités de toutes les fourches situées au-dessus de celles dont on veut redresser les tubes, des cales en bois dur C

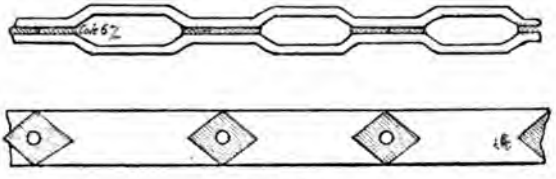


Fig. 124.

(vue 2), pour empêcher l'effort exercé pour le redressage de fatiguer la jonction des tubes avec leurs boîtes ;

3° Commencer le redressage par la fourche cintrée la plus éloignée foyer ; si on commençait par la fourche inférieure, le redressage celle située au-dessus ne pourrait se faire ensuite parce qu'il iendrait impossible d'engager les coussinets spéciaux à ce travail e les tubes qui auraient été redressés et ceux situés au-dessus seraient encore courbés ;

° Lorsque le cintrage des tubes est très prononcé, c'est-à-dire qu'il dépasse 5 à 6 centimètres de flèche, ou bien encore lorsque

Digitized by Google

le rayon de courbure est faible par rapport à la flèche de cintrage, on allumera sous les tubes à redresser un léger feu de bois ou de charbon de bois, de manière à les chauffer au rouge naissant, avant d'opérer le redressement, on aura soin de ne chauffer à la fois que les deux tubes à redresser d'une même fourche;

5° Monter les deux paires de boulons de traction D en les engageant

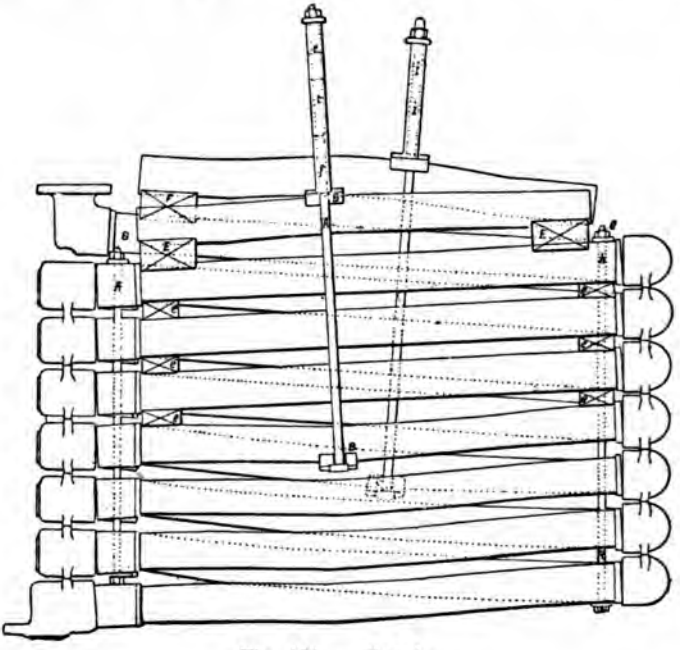


Fig. 125. — Vue 1.

dans le coussinet inférieur placé sous chacun des deux tubes de la fourche à redresser la première (fig. 6).

6° Placer à chaque extrémité des deux tubes composant la fourche supérieure (vue 1) un coussinet double en bois dur F sur lesquels reposent les deux barres de dressage G consistant en tubes épais, neufs ou avariés (vue 1 et 2).

7° Engager sur les bouchons de traction D l'étrier mobile supérieur H. Engager par l'extrémité supérieure D le nombre voulu de bouts de tubes entre-croisés I, qui servent de calage; visser ensuite les écrous de serrage sur les boulons de traction D.

Le redressage se fait en serrant progressivement les écrous des deux paires de boulons de traction D; il faut avoir soin de faire mar-

Digitized by Google

cher simultanément le redressage des deux tubes d'une même fourche afin d'éviter les efforts de torsion que subiraient les joints des boites si les tubes étaient redressés l'un après l'autre. C'est dans ce but qu'il faut employer deux paires de boulons de traction.

Dans le même ordre d'idées, il faut n'agir que peu à la fois et successivement sur toutes les fourches cintrées de l'élément, pour que la

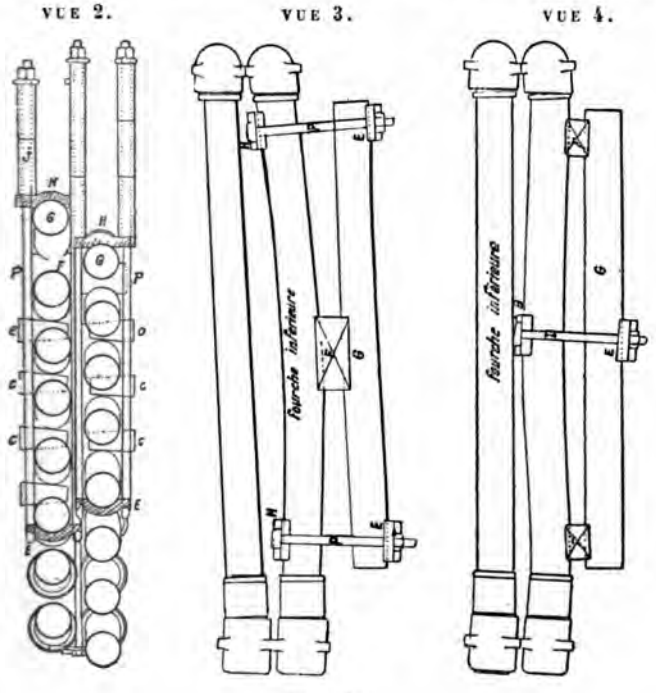


Fig. 125.

rectification se fasse proportionnellement sur chacune d'elles et que les efforts sur les boites et mamelons ne soient pas exagérés. En procédant ainsi, on évite les fatigues des joints d'où pourraient résulter ıs fuites et aussi des ruptures de boites.

Emplacement d'une fourche inférieure. — Lorsqu'il arrive que les ıux tubes qui forment la fourche inférieure d'un élément sont cintrés ır le fait d'un chauffage forcé, ou d'un manque d'eau accidentel, les ıes du filetage des boites de raccord avant et arrière ne correspon- ınt plus. Il en résulte que si on voulait remplacer un des deux tubes

Digitized by Google

de cette fourche sans avoir préalablement redressé l'autre, l'axe des filetages du tube neuf n'étant pas concentrique à celui du filetage des boites, les filets du tube et de son mamelon ne pourraient s'engager parallèlement dans ceux de la boite arrière et dans ceux du mamelon de la boite avant, qui auraient une direction oblique. En conséquence de ce qui précède, il est de toute utilité de redresser le tube cintré qui doit être conservé, avant d'opérer le montage du neuf; à cet effet, on procède comme il va être expliqué ci-après, selon que la cavité de la courbure des tubes est tournée vers la partie inférieure ou vers la partie supérieure de l'élément.

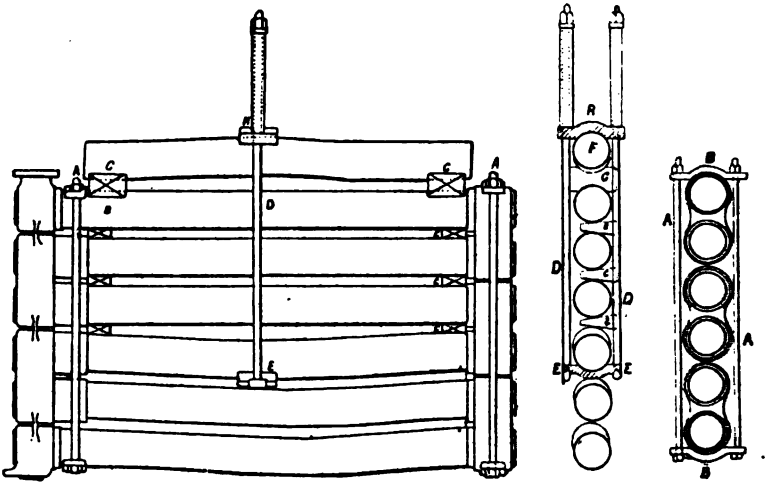


Fig. 125. — Vue 5. VUE 6. VUE 7.

Pour le même motif il est de toute utilité de redresser de la même manière le tube inférieur de la deuxième fourche, c'est-à-dire le troisième tube de l'élément, lorsqu'on veut remplacer la fourche inférieure d'un élément dont les tubes sont cintrés, par une fourche neuve dont les tubes sont nécessairement droits, sans quoi l'obliquité qui a été imprimée au troisième tube de l'élément, en même temps qu'à la boite avant et par suite, aux mamelons de raccordement de cette boite, par le cintrage des tubes inférieurs, gênerait plus ou moins sensiblement le raccordement de la fourche inférieure neuve avec la boite jumelle et le rendrait même quelquefois impossible. Il faudra procéder de même pour le remplacement d'une fourche ou d'un tube du milieu d'un élément, lorsque les tubes auront subi un cintrage.

Pour redresser l'un des deux tubes de la fourche inférieure, procéder comme suit :

Digitized by Google

Si le tube raccordé à une boîte arrière est très fortement cintré, on commence le redressage à chaud, à la forge, jusqu'à ce qu'il soit sensiblement droit; puis, on terminera le redressage à froid, comme il va être indiqué pour les tubes peu cintrés, c'est-à-dire dont la flèche ne dépasse pas 4 à 5 centimètres.

Pour redresser un tube peu cintré, dont la courbure a sa concavité tournée vers la partie inférieure de l'élément (vue 3), on se servira d'un autre tube G de même diamètre et autant que possible on prendra un tube hors de service qui servira de barre d'appui ou de redressage. On appliquera la barre de dressage G sous le tube à redresser, en maintenant entre eux un certain écartement réglé par deux coussinets doubles en bois dur F placés chacun à la naissance de l'arc de cintrage du tube à redresser ; au sommet de l'arc, on appliquera le coussinet spécial de redressage H muni de ses deux boulons de traction D de longueur convenable, et du coussinet inférieur E qui les relie. Les coussinets H et E sont évidés de façon à épouser exactement la forme des tubes sur lesquels ils reposent et éviter ainsi leur déformation.

Le redressement se fait en serrant progressivement les écrous des deux boulons de traction.

Tout en opérant le redressement du tube, celui servant de barre de dressage se cintre ; lorsque ce cintrage est trop prononcé, on arrête l'opération et on fait faire demi-tour à ce tube, de sorte que la partie convexe soit tournée à l'extérieur, il acquiert par ce fait une plus grande résistance à la flexion.

Pour vérifier le redressement des tubes, on se servira d'une règle de la longueur des tubes ; on vissera un manchon sur l'extrémité libre du tube et on s'assurera, au moyen de la règle appliquée en 4 points opposés de la circonférence des manchons et bagues de chaque extrémité, que ces manchons et bagues s'appliquent bien parallèlement sur la règle. Cette condition obtenue, on ne recherchera pas si le tube lui-même s'applique parfaitement sur la règle dans tous les points de sa longueur.

Pour redresser le tube inférieur de la deuxième fourche, on opère comme il a été indiqué ci-dessus, lorsque la cavité de la courbure du tube est tournée vers la partie inférieure de l'élément.

Si au contraire la concavité est tournée vers la partie supérieure de l'élément, on opérera comme il est indiqué dans le chapitre intitulé : *Redressage des tubes par élément*.

Si on n'a pas de boulons de traction de longueur suffisante, on pourra faire le redressage en opérant comme il a été indiqué plus haut. Mais cette méthode exige deux coussinets spéciaux de redressage au lieu d'un, deux étriers mobiles et quatre boulons de traction.

On opère alors comme suit : la barre de dressage est toujours placée sous le tube à redresser, un seul coussinet double en bois dur est placé au sommet de l'arc de cintrage et de chaque côté à la nais-

Digitized by Google

sance de l'arc, on applique un coussinet spécial de dressage muni de ses deux boulons et du coussinet inférieur qui les relie.

Après avoir placé un coussinet sur chaque étrier mobile pour éviter la déformation de la barre de dressage, on opère le redressement en serrant graduellement les écrous des quatre boulons de traction.

Il arrive quelquefois que le tube s'est cintré tout près du point de raccordement avec les boîtes. Dans ce cas, au lieu de chercher à redresser le tube avec précision, on placera les coussinets de dressage de manière à cintrer légèrement le tube en sens contraire de telle sorte que la boîte de raccordement prenne la position qu'elle devrait avoir si le tube était droit.

Nota. — Lorsqu'on redresse à froid un tube cintré, il est nécessaire, pour compenser le moment d'élasticité du fer, de cintrer toujours ce tube d'une petite quantité en sens inverse de son cintrage primitif, de telle sorte que les boulons de traction étant desserrés, le tube en perdant son ressort soit ramené à la ligne droite.

PETIT CHEVAL ALIMENTAIRE BELLEVILLE

(Fig. 126.)

Cet appareil alimentaire se compose de deux cylindres horizontaux A et I fixés sur une boîte X. A est le cylindre à vapeur et I le cylindre de la pompe. Les deux pistons P*v* et P*e* ont des garnitures suédoises ; celles du piston à vapeur sont en acier ; celles du piston à eau sont en laiton ; ces deux pistons ont leurs tiges reliées par un manchon T actionnant alternativement les bras de la fourche U dont la queue est articulée à la tige du tiroir à vapeur en coquille B. Par la manœuvre des soupapes F et F' la vapeur qui arrive par le tuyau C et qui a produit son effet dans le cylindre à vapeur A, peut à volonté être condensée par l'eau d'alimentation en ouvrant F et fermant F', ou s'évacuer à l'air ou au condenseur des machines principales en ouvrant F' et fermant F. L'eau d'alimentation arrivant par le tuyau M soulage la soupape E de retenue vient dans l'éjecteur condenseur D, la vapeur qui arrive par la soupape F et l'ajutage conique est condensée par l'eau d'alimentation qui est ainsi réchauffée.

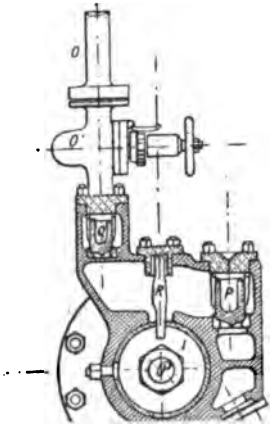
La pompe alimentaire est munie des soupapes P et Q d'aspiration et de refoulement et de deux leviers clapets R, R, qui ouvrent à bout de course les orifices 1 et 2 afin de diminuer la résistance de la pompe lorsque le piston arrive au bout de sa course. Ces deux orifices étant ouverts et mettant les deux faces du piston en communication, la vapeur agit avec toute son énergie pour déplacer le tiroir et assurer le mouvement du piston. La prise de vapeur prend toujours sur la chaudière, il n'y a pas de détendeur intermédiaire. L'éjecteur condenseur est placé sur le parcours du tuyau d'aspiration. La vapeur qui

Digitized by Google

Planche III.

VUE 3.

Coupe du corps de pompe.



BAUDRY et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

s'échappe du cylindre à chaque coup de piston se condense dans l'eau aspirée par la pompe. La chaleur contenue dans cette vapeur fait ainsi retour aux générateurs.

F et F'. *Soupape d'échappement du cylindre à l'éjecteur condenseur et soupape d'échappement à l'air libre, au condenseur de la machine.* — Les soupapes sont mobiles, chacune d'elles est guidée par une tige filetée qui sert à la bloquer ou à limiter sa levée.

La vanne de prise de vapeur et la vanne de refoulement d'eau étant *ouvertes en grand* l'allure du cheval doit être réglée pour le degré d'ouverture de la soupape par laquelle on laisse échapper la vapeur du cylindre.

Ce degré d'ouverture doit être tel que la vapeur soit laminée à sa sortie afin d'empêcher, par l'augmentation de la contre-pression qui doit en résulter, les accélérations brusques et les emportements qui pourraient se produire, si la résistance au refoulement de la soupape diminuait brusquement d'une quantité importante. Cette précaution est surtout utile à la mer, où sous l'influence de forts coups de roulis tous les automoteurs d'un bord peuvent s'ouvrir en même temps, livrant ainsi un grand passage à l'eau d'alimentation et occasionnant par suite une diminution brusque et momentanée de la résistance au refoulement du cheval alimentaire.

Une réduction importante de cette résistance peut avoir pour conséquence de permettre au cheval de prendre l'allure d'emportement et d'être stoppé par la mise en jeu des dispositions prises dans la construction pour empêcher les emportements et par suite la rupture des pièces qui pourrait en être la conséquence.

Le degré d'ouverture de la soupape d'échappement sera déterminé par l'expérience dans chaque cas, il doit permettre au cheval alimentaire des accélérations pouvant atteindre jusqu'au double de la vitesse du régime normal de marche pour chaque application.

La mobilité de la soupape d'échappement à l'éjecteur condenseur a pour but d'empêcher l'eau de pénétrer dans le cylindre à vapeur, notamment quand le réservoir est en charge. L'ouverture limitée de cette soupape permet de prolonger la durée de l'écoulement de la vapeur d'échappement et de réaliser sa répartition aussi également que possible dans l'eau, pendant toute la durée de l'aspiration de chaque cylindre de vapeur.

La mobilité de la soupape d'échappement à l'air libre a pour but d'empêcher l'air extérieur de pénétrer dans le cylindre lors même qu'on aurait omis de la bloquer. Cette soupape doit toujours être fermée quand le cheval travaille avec condensation, ce qui est la condition normale de marche afin d'utiliser la chaleur de la vapeur, pour réchauffer l'eau d'alimentation.

Soupape de retenue de l'eau d'aspiration. — Cette soupape, semblable aux deux précédentes, est placée à la jonction du tuyau d'aspiration avec l'éjecteur condenseur. Elle a pour but d'empêcher l'eau

Digitized by Google

d'être refoulée par la vapeur dans le tuyau d'aspiration, si par suite d'une fausse manœuvre cette vapeur n'était pas condensée, et aussi de faciliter la marche des deux chevaux accouplés puisant leur alimentation dans le même tuyau d'aspiration.

Amorceur. — L'amorceur est placé sur la chambre des soupapes de refoulement de la pompe, il comporte un robinet à poinçon pour l'é-l'évacuation de l'air et aussi pour l'évacuation et la circulation de l'eau.

Cette nouvelle disposition assure l'amorçage rapide de la pompe. Pour opérer l'amorçage avant la mise en marche, ouvrir d'abord le robinet à poinçon d'évacuation de l'amorceur, puis le robinet de prise de vapeur, adapté sur le côté de la vanne d'arrêt de vapeur du cheval. Fermer le robinet de prise de vapeur de l'amorceur; aussitôt après, l'amorçage est bien établi; puis mettre la pompe en marche en laissant le robinet d'évacuation de l'amorceur ouvert. On règle ensuite l'ouverture de la circulation de l'eau, si c'est utile pour se conformer aux prescriptions du paragraphe précédent.

Circulation d'eau. — Lorsque le cheval alimentaire marche avec un très faible débit, presque sur les fuites de son piston à eau, il n'y a pas un renouvellement suffisant d'eau dans le corps de pompe, la vapeur qui s'échappe du cylindre à chaque coup de piston échauffe de plus en plus l'eau contenue dans le tuyau reliant le condenseur à la pompe, et si la situation se prolongeait, la pompe pourrait se désamorcer, parce que la vapeur du cylindre n'étant pas conduite se rendrait directement au cylindre à eau qu'elle échaufferait.

Dans ces conditions une ouverture convenable du robinet d'évacuation de l'amorceur permet une dépense d'eau qui détermine dans le corps de pompe une circulation suffisante pour éviter le désamorcement du cheval alimentaire par échauffement. L'eau ainsi dépensée fait généralement retour à la caisse à eau d'alimentation.

Montage. — La pompe à vapeur doit être installée de préférence le plus près possible du réservoir dans lequel elle doit aspirer; ce réservoir doit être placé en charge de 1 ou 2 mètres, quand l'eau d'alimentation est chauffée à 90 ou 100°; dans ce cas, la marche à condensation devient inutile et impossible; pour l'eau, dont la température est peu élevée, le réservoir peut être sans inconvénient placé en contre-bas de la pompe; mais l'installation en charge est toujours préférable, notamment pour éviter les rentrées d'air. Lorsque l'aspiration se fait par exception dans un puits ou un réservoir situé à plusieurs mètres en contre-bas de la pompe, le diamètre du tuyau d'aspiration doit être augmenté de 2 millimètres par mètre de hauteur.

Les dimensions à donner aux différents tuyaux de la pompe doivent être conformes aux indications du plan spécial à chaque installation. L'extrémité du tuyau d'aspiration doit toujours être

Digitized by Google

munie d'une crépine dont les trous ne doivent pas excéder le diamètre de 3 millimètres. La section totale de ces trous doit être égale à 10 fois environ celle du tuyau d'aspiration, les joints d'aspiration doivent être spécialement bien confectionnés de façon à supprimer toute possibilité de rentrée d'air dans le corps de pompe.

Les tuyaux de refoulement doivent avoir une épaisseur suffisante pour résister à une pression d'au moins 26 kilogrammes par centimètre carré. La base du tuyau d'échappement à l'air libre doit être pourvue d'un robinet de purge qui permet d'en extraire, lors de la mise en route de la pompe l'eau provenant de la vapeur condensée.

Conduite. Pour mettre en marche. — 1° S'assurer que le réservoir d'alimentation est plein d'eau; 2° établir la communication de la pompe avec ce réservoir; 3° ouvrir largement en desserrant sa tige filetée la soupape d'aspiration placée en avant de l'éjecteur condenseur, ainsi que le robinet de prise d'eau à la bâche, s'assurer que le robinet de vidange du tuyau d'aspiration est fermé; 4° s'assurer que les deux soupapes d'échappement du cylindre à vapeur sont bien fermées; 5° pousser la tête de la fourche de distribution sur la gauche et ouvrir la purge du cylindre; 6° ouvrir la vanne d'arrêt du cylindre à vapeur et échauffer ce cylindre; 7° pendant que le cylindre s'échauffe, ouvrir le robinet à poinçon de prise de vapeur du graisseur continu et le purger. Fermer le robinet de vapeur et remplir le graisseur (n'employer que l'huile minérale neutre); 8° quand le cylindre est suffisamment chaud, ouvrir le robinet d'évacuation à l'air de l'amorceur, puis sa prise de vapeur; 9° dès que le plein d'eau de la pompe est fait, fermer la prise de vapeur de l'amorceur, fermer la purge du cylindre et ouvrir de un à deux tours de la vis la soupape d'échappement de vapeur dans l'éjecteur condenseur; 10° changer la position de la fourche de distribution et agir au besoin sur cette fourche à l'aide d'un maillet en bois pour effectuer le changement du tiroir, ouvrir graduellement la vanne de refoulement de la pompe; 11° dès que la marche du cheval est assurée, le robinet d'évacuation de l'amorceur qui établit la circulation d'eau dans la pompe dès sa mise en marche sera fermé partiellement ou complètement selon les besoins de l'allure du cheval.

Si l'on reste longtemps sur les feux après la mise en marche du cheval alimentaire, on procédera ainsi qu'il est dit ci-après à l'article *Arrêt momentané de la machine motrice;* 12° régler l'ouverture de la soupape d'échappement du cylindre, à l'éjecteur condenseur pour que l'allure nécessaire au débit maximum que le cheval peut être appelé à fournir soit déterminée par le plus ou moins d'ouverture de cette soupape. Dans ces conditions l'eau d'aspiration sera chauffée à peu près également pendant toute la course du piston, ce que l'on reconnaît à la faible variation de la température du tuyau qui met

Digitized by Google

l'éjecteur condenseur en communication avec la pompe. La soupape d'échappement à l'air libre ou au condenseur de la machine sera toujours fermée, cette soupape ne sera ouverte que dans le cas exceptionnel où elle produirait un échauffement du cylindre à eau et on fermerait alors momentanément l'échappement à l'éjecteur condenseur. Quand une batterie de générateurs possède deux chevaux alimentaires destinés à se servir mutuellement de rechange et que l'alimentation de tous ces générateurs exige une marche rapide d'un seul cheval, il y a intérêt au point de vue de la conservation des chevaux alimentaires à les faire fonctionner simultanément. On réalisera ainsi une marche relativement lente et régulière, on réduira au minimum les causes d'usure.

Arrêt momentané de la machine motrice. — La machine étant stoppée momentanément, le cheval continue d'alimenter; mais au bout d'un certain temps sa marche se ralentit parce que les automoteurs se ferment progressivement à mesure que le niveau s'élève dans les générateurs. Lorsque l'allure du cheval se ralentit sensiblement, on ouvre un peu le robinet d'évacuation de l'amorceur pour établir une circulation d'eau dans la poupe afin d'éviter son échauffement.

Remise en marche de la machine motrice. — Quelques instants après que la machine motrice sera remise en marche ou pour préciser davantage quand le cheval alimentaire cessera de marcher très lentement, on fermera le robinet d'évacuation de l'amorceur.

Marche lente. — Lorsqu'un cheval alimentaire qui dessert nominalement plusieurs générateurs n'en alimente momentanément qu'une partie, sa marche est naturellement très lente, il en est de même d'un cheval alimentant un seul générateur, qui fonctionne à faible puissance. Dans ces conditions, il faut réduire l'ouverture de la soupape d'échappement au condenseur du cheval, de manière à déterminer un écoulement continu de la vapeur qui sort du cylindre, pour répartir aussi également que possible cette vapeur dans l'ensemble de l'eau aspirée par la pompe; on évite ainsi le désamorcement de la pompe qui pourrait se produire si la soupape d'échappement était largement ouverte, auquel cas la presque totalité de vapeur sortirait du cylindre pendant les premiers instants de chaque nouvelle course du piston, serait imparfaitement condensée et empêcherait l'arrivée de l'eau par le tuyau d'aspiration en maintenant la soupape de retenue sur son siège.

Désamorcement accidentel du cheval alimentaire. — Si à la suite d'une fausse manœuvre, telle que, par exemple, une marche prolongée avec le refoulement de la pompe fermée sans qu'on ait pris les précautions indiquées ci-dessus, le cheval était désamorcé par suite de

Digitized by Google

la trop haute température de l'eau dans la pompe, on opérerait comme suit : fermer la vanne de prise de vapeur, la soupape d'échappement au condenseur et la vanne de refoulement d'eau, puis faire fonctionner l'amorceur pour établir un courant d'eau dans la pompe, jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment refroidie, remettre ensuite le cheval alimentaire en marche.

Pendant la marche. — 1° Remplacer périodiquement l'huile dépensée par le graisseur. Le graissage continu du tiroir est une condition essentielle de la bonne marche; 2° serrer les presse-étoupe, mais graduellement et peu à la fois pour ne pas occasionner de résistance et d'irrégularité de marche, par un serrage exagéré des garnitures; 3° graisser les diverses articulations et les pièces frottantes; 4° veiller à ce que le réservoir alimentaire ne manque jamais d'eau.

Irrégularités de marche. — Si la marche devenait momentanément irrégulière, cela pourrait provenir :

1° D'un défaut de graissage résultant de ce que le graisseur est vide ou de ce que le conduit de vapeur est obstrué, ou bien encore de ce que, par suite du défaut de purges assez fréquentes, l'air est accumulé dans la chambre de condensation du graisseur; 2° de rentrées d'air dans la pompe, soit par le presse-étoupe, ou il est trop peu serré, ou insuffisamment garni, soit par un des joints d'aspiration; 3° de l'échauffement du cylindre à eau comme il est expliqué ci-dessus; 4° d'avarie ou d'usure d'une des soupapes d'aspiration ou de refoulement; 5° de l'obstruction totale ou partielle des orifices de décharge du cylindre à eau, obstruction qui a pour conséquence d'empêcher le facile renversement de marche; 6° de l'usure irrégulière du tiroir et de sa glace mobile par suite du manque de graissage, d'où il résulte des fuites qui permettent à la vapeur de pénétrer en même temps des deux côtés du piston et de produire ainsi une contre-pression nuisible à la marche; 7° de l'usure des segments du piston à vapeur ou d'une avarie survenue à ces segments, d'où il résulte une fuite augmentant la contre-pression dans le cylindre, et la température de l'eau aspirée si le cheval marche à condensation.

Accélération. — Si l'allure de la pompe devient trop accélérée eu égard à son débit réel, cela peut être occasionné : 1° par l'usure ou le travail défectueux des soupapes d'aspiration ou de refoulement qui restent soulevées; 2° par une arrivée insuffisante de l'eau pirée qui ne permet plus au cylindre à eau de s'emplir à chaque up de piston et provenant de l'obstruction de la crépine du tuyau spiration ou d'une ouverture insuffisante de la soupape de retenue l'eau d'aspiration; 3° si l'eau venait à manquer à l'aspiration, le eval alimentaire prendrait une allure d'emportement et pourrait pper par le fait de la disposition spéciale du tiroir et de la glace cylindre.

Digitized by Google

Stopper le cheval alimentaire. — 1° Fermer le robinet de vapeur du graisseur; 2° fermer la vanne de prise de vapeur du cheval: 3° fermer les soupapes d'arrivée de vapeur et d'eau au condenseur; 4° ouvrir la purge du cylindre si en hiver on craint les effets de la gelée, démonter une soupape d'aspiration et la soupape de refoulement correspondante, ainsi que la soupape de retenue de l'eau d'aspiration pour désamorcer la pompe. Si la bâche est en charge, le tuyau d'aspiration sera muni d'un robinet placé contre la bâche et qui devra être fermé. Un petit robinet de vidange du tuyau d'aspiration devra être placé au point le plus bas de ce tuyau, afin qu'on puisse le vider complètement. Le tuyau de refoulement aux générateurs devra aussi pouvoir être fermé.

Démontage des pièces. — Changer les anneaux en caoutchouc durci des pistons à eau : 1° démonter le fond du cylindre à eau; 2° démonter le levier clapet d'évacuation qui s'enlève avec le bouchon auquel il est suspendu; 3° pousser le piston à fond de course jusqu'au plus près du bord du cylindre à eau en agissant sur le tiroir de distribution; 4° dévisser avec la clef à douille spéciale les écrous qui fixent le piston à la tige, après avoir enlevé la goupille et sortir le piston à l'aide du tire-fond spécial; 5° monter les segments sur le piston en plaçant les joints de jonction suivant l'horizontale, l'une à droite, l'autre à gauche, et pour les chevaux numéros 4 à 7 inclus, maintenir les segments en place au moyen d'un cercle en laiton destiné à cet usage. Pour les autres chevaux on maintient les segments avec les mains; 6° remonter le piston sur sa tige, bien serrer l'écrou et le contre-écrou, remettre la goupille double en place et l'ouvrir.

Changer les segments en fonte du piston à vapeur. — 1° Sortir le piston avec sa tige comme il est indiqué ci-après; 2° enlever les segments usés ou cassés; 3° présenter chaque segment dans le cylindre et limer si besoin est sur le trait de jonction pour que le segment soit facilement introduit, mais avec le moins de jeu possible à la jonction des deux bouts de segments; 4° introduire les segments dans les gorges du piston en les ouvrant, et faire pénétrer l'ergot du piston dans l'encoche pratiquée sur le segment; 5° graisser le cylindre et introduire le piston avec sa tige en comprimant les segments, pousser pour que la tige dépasse la boîte à étoupes et monter le contre-écrou; 6° faire tourner le piston au moyen de la clef montée sur les écrous de sa tige et visser cette dernière dans le taquet d'accouple ment. Placer le ressort frein et le fixer au moyen de la longue vi dont le bout sert de goupille aux deux tiges pour les empêcher de s dévisser.

Sortir le piston à eau ou à vapeur avec sa tige. — 1° Démonte le fond du cylindre; 2° démonter le linguet clapet d'aspiration si l'o

Digitized by Google

veut sortir le piston à eau; 3° desserrer le presse-étoupe de la tige du piston; 4° démonter le frein de sûreté des écrous du taquet et desserrer les écrous de la tige du piston que l'on veut démonter; 5° dévisser la tige du piston en se servant de la clef à douille spéciale; 6° opérer le remontage en opérant inversement. S'il s'agit d'un piston à eau, on le remontera sans ses segments en caoutchouc, puis quand la tige sera fixée sur les taquets d'accouplement, on sortira le piston seul pour monter les segments. Cette double opération a pour but d'éviter que la jonction des segments se trouve après le montage sur la même génératrice, ce qui pourrait arriver, si pour emmancher la tige l'on faisait tourner le piston dans le corps de pompe avec les segments en place.

Entretien. — 1° Recharger de temps en temps la boîte à étoupe avec du boudin de pâte antifriction Belleville de telle sorte qu'elles soient toujours bien pleines; 2° visiter le tiroir de distribution, les pistons à vapeur et à eau suivant les besoins; 3° visiter en même temps les soupapes de la pompe ainsi que les clapets d'évacuation et s'assurer que les orifices de ces clapets, ceux de leur ajutage ne soient pas obstrués; 4° visiter les articulations de la fourche et de la bielle du tiroir; 5° s'assurer du bon fonctionnement du graisseur et vérifier que son tuyau n'est pas obstrué, et y passer pendant quelques instants un courant de vapeur s'échappant à l'air libre; 6° remplacer la fourche par le pignon du vireur et déplacer de temps à autre le piston en graissant le cylindre à vapeur.

Joints et garnitures. — Tous les joints pour eau et vapeur se font au moyen d'un cordelet d'amiante bien résistant, à 3, 5 ou 8 fils, suivant les dimensions des joints; on enroule deux ou trois tours de corde, mais à plat et à sec autour du barillet d'emboîtement avec une croisure de 2 centimètres environ et on recouvre cette garniture avec de la graisse Belleville qui la fixe et qui rend les démontages ultérieurs très faciles. A défaut de corde d'amiante convenable, on pourrait faire les joints du fond du cylindre à eau, des bouchons guide, des soupapes d'aspiration et d'évacuation, des arrivées de refoulement d'eau avec un cordé de chanvre ou de coton de $2^{mm},5$ ou $4^{mm},5$ de diamètre, suivant les dimensions du joint, en procédant de la même manière que pour la corde d'amiante.

De même à défaut de cordé d'amiante on pourrait faire tous les joints de vapeur avec du cordé de chanvre de faible diamètre enroulé mme le cordé d'amiante après l'avoir enduit de mastic pour em-cher le chanvre de se brûler.

Les garnitures de boîtes de la tige du piston à vapeur et de la tige tiroir se font exclusivement avec du boudin de pâte antifriction lleville. La garniture de la tige de piston à eau, quand le fouloir plein, se fait avec des anneaux de boudins antifriction et des neaux en caoutchouc feutré, alternant les uns entre les autres, en

Digitized by Google

PETIT CHEVAL ALIMENTAIRE (ANCIEN SYSTÈME)

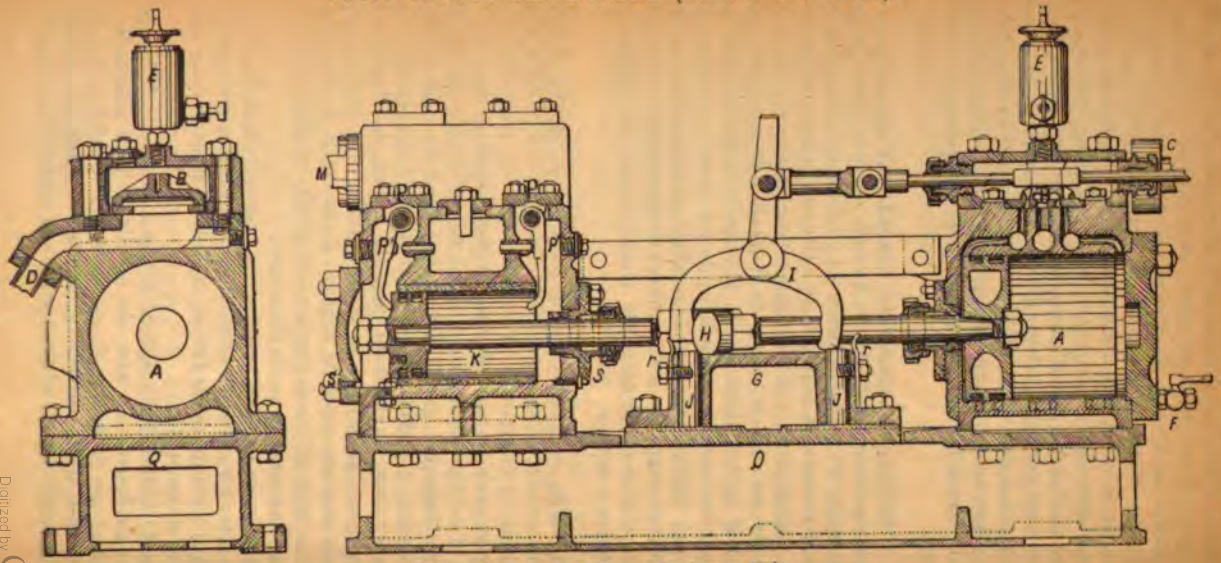


Fig. 127, vues 1 et 2. — Croiseur *Milan*.

A, cylindre à vapeur.
B, tiroir de distribution.
E, graisseur du tiroir et du cylindre.
C, tuyau d'arrivée de vapeur.
Q, bâti formant récipient pour les eaux et graisses.
F, robinet de purge du cylindre à vapeur.
J, J', butoirs et ressorts limitant la course de la fourche.
H, manchon butoir qui relie les deux tiges de piston.
S, bouchons pour vider la pompe lorsqu'il gèle.
I, levier à fourche qui commande la tige du tiroir à vapeur.
K, corps de pompe.
P', clapets pour le renversement de la marche à chaque fin de course.
L, tuyau d'arrivée d'eau à la pompe.
L', réservoir d'air.
T, robinet d'évacuation d'air pour l'amorçage de la pompe.
N, bouchon de visite des clapets d'aspiration.
O, bouchon de visite des clapets de refoulement.
D, tuyau d'échappement de vapeur.

Digitized by Google

commençant toujours par un anneau de boudin placé dans le fond de la boîte.

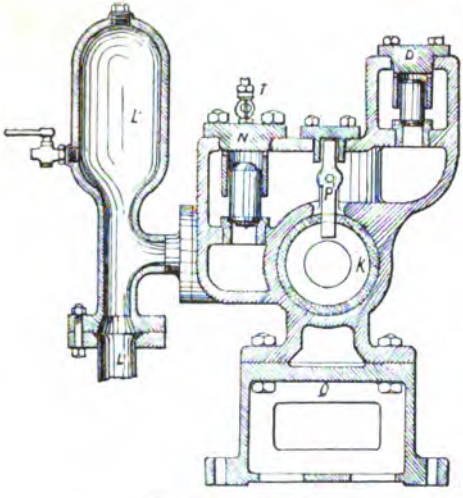


Fig. 127. — Vue 3.

CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES SYSTÈME LAGRAFFEL ET D'ALLEST

(Fig. 128, 129, 130, 131.)

Ce type de chaudières multitubulaires à courant d'eau et de vapeur intérieur aux tubes et à flammes extérieures, fonctionnant par groupe de deux, ayant la chambre de combustion commune, comprend pour chaque chaudière deux lames d'eau A parallèles, légèrement inclinées comme l'indique la figure 128, vue 2, pour faciliter la circulation de l'eau et de la vapeur; ces lames sont consolidées par des entretoises *e*, *e*, vissées et rivées creuses dans lesquelles on introduit une lance conduisant un jet de vapeur servant au ramonage extérieur des tubes. Ces lames d'eau A sont mises en communication par le faisceau tu laire T et par le collecteur supérieur C servant à la fois de réservoir d'eau et de vapeur. Ces tubes sont en acier étiré sans soudures et udgeonnés dans l'épaisseur des faces intérieures des lames d'eau; ils ont introduits par des trous percés sur les faces extérieures et d diamètre un peu plus grand que celui des tubes afin de faciliter le introduction. Les tubes inférieurs ainsi que ceux des rangées vi icales de la boite à feu sont du système Serve à ailerons. Les

Digitized by Google

tubes sont inclinés et disposés par rangées verticales et parallèles. Les trous des faces extérieures sont fermés par des tampons représentés par la figure F, les trous des entretoises sont bouchés à l'aide de tampons en argile. Chaque fois que l'on ramone il faut les détruire et les remplacer par des neufs. On a remplacé ces bouchons en argile par des boulons en fer à tête plate. De distance en distance sur la façade de la chaudière et en face de la boîte à feu se trouvent des cylindres creux fermés par un opercule à charnière et permettant de juger de l'éclat de la flamme en marche. Les rangées inférieures et supérieures des tubes sont recouvertes par des briques réfractaires façonnées; ces plans de briques ferment complètement les vides entre les tubes; les briques inférieures forment ainsi le ciel des foyers et les briques supérieures la face supérieure de la boîte à feu. L'espace libre entre les chaudières est fermé par une voûte V longitudinale en maçonnerie représentée par la figure 128, vue 1, et figure 131; ce volume entre les deux chaudières constitue la chambre de combustion; ces briques sont creuses afin d'en diminuer le poids. Un écran vertical X en tôle s'appuyant sur la rangée supérieure et la rangée extérieure des tubes est maintenu par des traverses en T avec boulons et écrous. Les plans des briques placés sur les rangées supérieures et inférieures, la voûte V et les écrous X obligent les flammes, redressées par l'autel commun B, en quittant le foyer, à pénétrer dans l'intérieur du faisceau tubulaire et à en sortir par le passage libre entre les rebords des écrans et les maçonneries qui forment les faces extérieures des foyers; les flammes suivent les passages *m* et de là contournent la partie inférieure des réservoirs pour se rendre ensuite dans la cheminée. A la base de cette dernière il existe souvent des registres à charnières manœuvrés par des axes horizontaux et des leviers qui permettent de régler le degré d'ouverture de ces papillons. Sur le Chasseloup-Laubat ces registres ont été supprimés à cause de la difficulté que présentait leur manœuvre lorsque leur température était élevée, les axes se faussaient et on n'était jamais certain de leur ouverture. Le foyer comme l'indique la figure 1, est formé par des tôles renforcées par des cornières et préservées de l'action du feu par des maçonneries M; il y a à chaque foyer 2 portes de chargement P. Au-dessus de chaque porte il existe une garniture en briques en forme de voûte qui protège la face de la lame d'eau avant, la face de lame d'eau arrière est également protégée par une maçonnerie de fond. Le cendrier est formé par des tôles; sur les faces extérieures et latérales du cendrier sont placés des registres à charnière Q, manœuvrés par le même axe O et une manivelle N. Ces registres permettent l'introduction de l'air sur la grille; sur la face avant des cendriers, des portes ordinaires S permettent également l'arrivée de l'air sur la grille. Les registres Q sont ouverts au début de l'allumage, on règle l'ouverture des registres Q et des portes S, selon l'activité du foyer. Sur la face arrière des cendriers sont percés de trous circulaires Z de

Digitized by Google

Vue de face et coupe transversale. (Chaudière AR, groupe AV.)

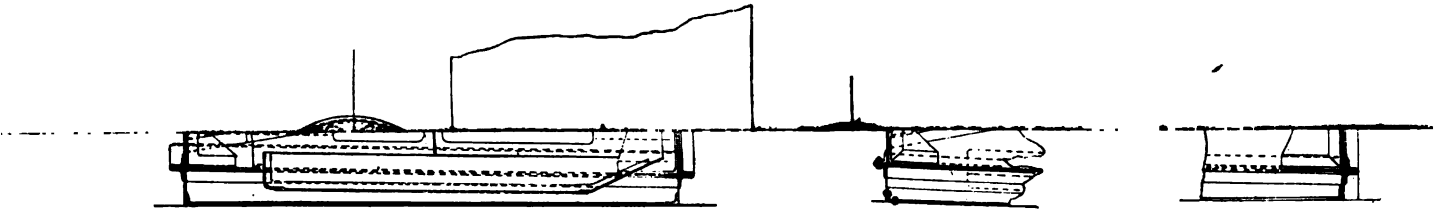


Fig. 128, vue 1. — Chaudière du *Chasseloup-Laubat.*

C, C, coffre à vapeur et à eau.
T, faisceau tubulaire.
T' tubes Serve.
P, P, portes des fourneaux.
S, S, portes des cendriers.
M, M, autels en briques redressant les flammes.
X, X, écran en tôle maintenu par un boulon à fourche. Cet écran fait infléchir les flammes et les oblige à prendre la direction des flèches.
G, porte permettant de pénétrer au-dessus du faisceau tubulaire et dans la culotte de la cheminée pour opérer le ramonage et le nettoyage.
O, O, volets de côté extérieurs opposés à l'autel et donnant de l'air sur la grille.
M, manœuvre de ces volets.
P', P', portes des faces avant de la chaudière.
m, *m*, courant de flammes.
Z, Z, passages d'air au-dessus de la grille, face arrière des cendriers.
Q, Q, opercules mobiles pour constater l'aspect des flammes à un moment donné pendant la marche.
V, voûte formant le ciel de la chambre de combustion.

Dimensions :

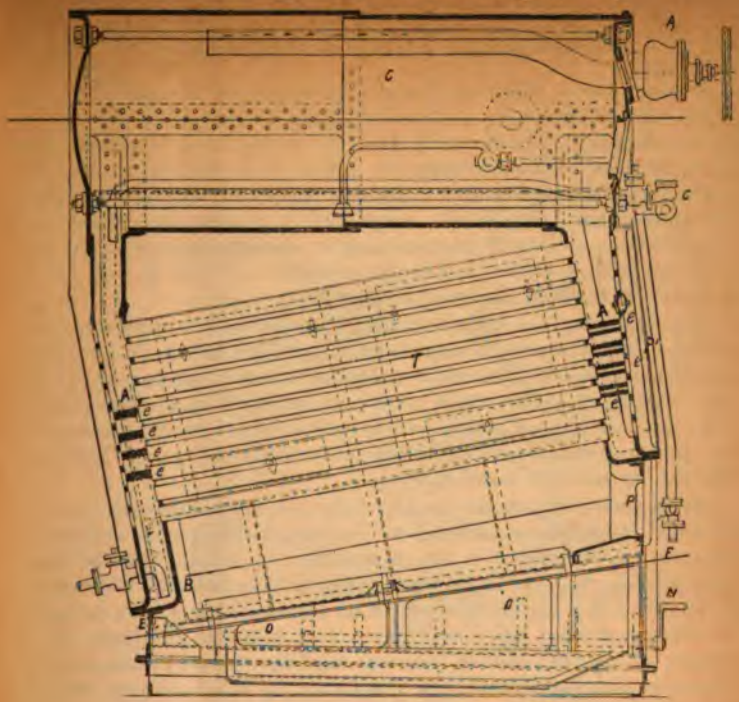
Timbre des chaudières	15 kilogr.
Surface de grille	$3^{m^2},150$
— de chauffe mouillée	$234^{m^2},44$
— — non mouillée	$201^{m^2},36$
Diamètre des tubes	74 et 80 mm.
Nombre de tubes	176
Volume de vapeur	$2^{m^3},800$
— d'eau	$2^{m^3},875$
Longueur des tubes	2^{m}, 200

BAUDRY et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

Coupe par le milieu d'un corps. (Chaudière AR, groupe AV.)



Coupe suivant EF.

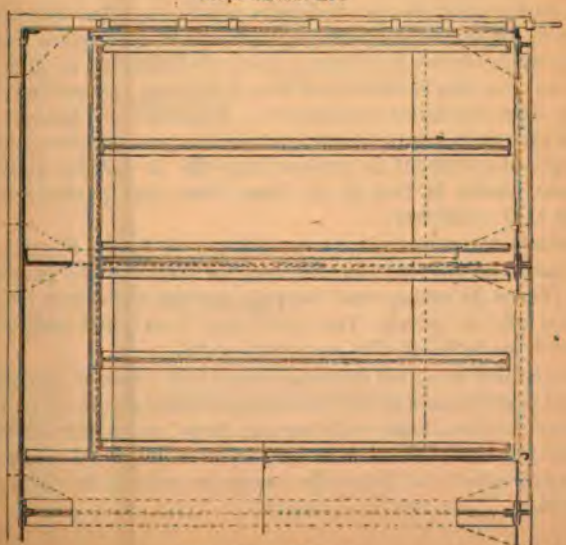


Fig. 128. — Vue 2.

C, coffre à vapeur, A, soupape d'arrêt, N, manœuvre des volets de côté.

Digitized by Google

10 centimètres de diamètre donnant passage à un courant d'air sur l'arrière des grilles. Cette arrivée d'air dans le fond du foyer facilite comme les trous William percés dans les autels, la combustion des gaz et refroidit en même temps les talons de la dernière rangée de grilles. Des portes latérales et à doubles parois et remplies intérieurement d'un matelas siliceux, empêchent le rayonnement extérieur de la chaleur, et servent au ramonage et au nettoyage extérieur des tubes; les petites portes inférieures servent à retirer la suie et le poussier du charbon, elles sont à charnières.

La façade avant est également munie de portes P à doubles parois doublées intérieurement d'un matelas de coton siliceux; on les ouvre pour le nettoyage de l'extérieur des tubes et pour opérer leur ramonage complet. La lame d'eau arrière est garnie d'un matelas isolant ormé de deux toiles d'amiante superposées; elles sont maintenues en haut par des crochets et appliquées contre la façade par des lattes en feuillard verticales et horizontales.

L'alimentation des chaudières est faite par des pompes du système Thirion, le tuyau de refoulement de ces pompes traverse le collecteur supérieur, il est courbé à son extrémité, il débouche dans la lame d'eau arrière; de cette façon l'eau d'alimentation est déjà réchauffée. Sur la même face arrière sont placés les robinets d'extraction de fond, de vidange et celui qui communique avec la partie inférieure de la colonne de niveau; dans le réservoir supérieur prend l'extraction de surface et le tuyau alimentaire qui tombe en se recourbant dans la lame d'eau AR.

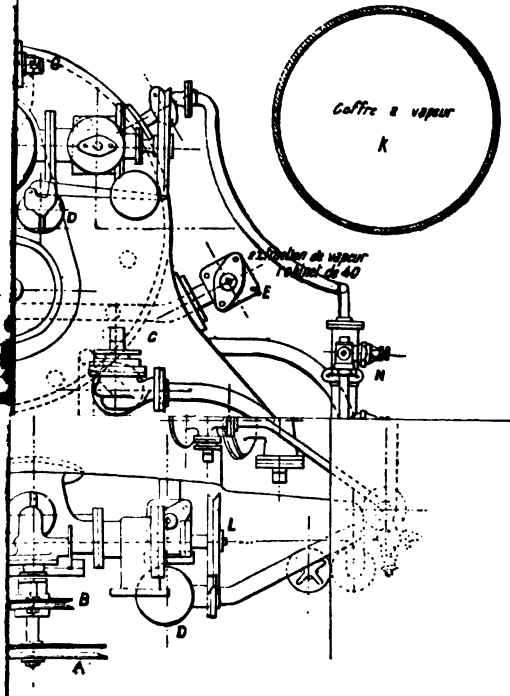
Sur la partie avant du réservoir sont placés les différentes soupapes de prises de vapeur et le clapet de retenue d'alimentation. Les joints des tampons des tubes sont faits à l'aide de rondelles en toile caoutchoutée ou avec des rondelles en toile d'amiante, caoutchoutée, formées de deux rondelles superposées, préparées à l'avance, on les applique avec de la céruse contre le bouchon pour qu'elles y adhèrent et on graisse légèrement de graisse Belleville la surface du bouchon qui appuie contre la face de la lame d'eau afin qu'elles fassent un bon joint sans y adhérer.

Les bouchons, comme il est indiqué par la figure F, sont en tôle d'acier emboutie sur laquelle est rivé un boulon avec partie filetée portant l'écrou de serrage qui s'appuie sur une coquille en tôle d'acier emboutie; elle est percée d'un petit trou à sa partie inférieure qui indiquerait les fuites si elles se produisaient.

Avant de faire les joints des tampons, il faut s'assurer que les lames d'eau sont parfaitement nettoyées et qu'il n'existe aucun corps étranger au portage des bouchons; cette mesure prise, on commence à faire les joints par le bas en faisant à la fois les deux joints de chaque tube. Tous les joints faits, on ferme les portes de visite et de nettoyage des lames d'eau.

Digitized by Google

Planche V.



u d'alimentation.

ire formé par un tuyau latéral.

BAUDRY et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

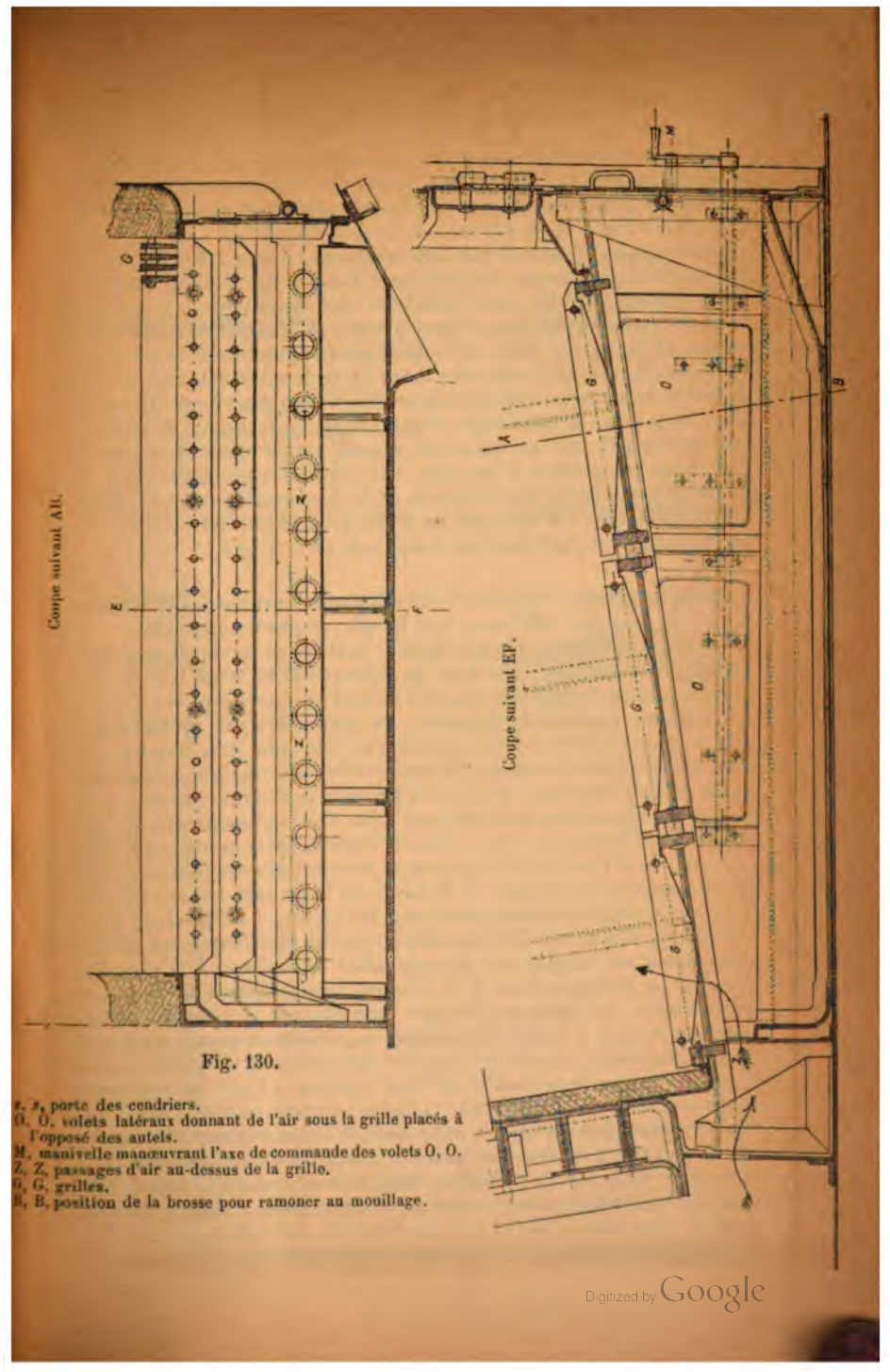


Fig. 130.

s, s, porte des cendriers.
O, O, volets latéraux donnant de l'air sous la grille placés à l'opposé des autels.
M, manivelle manœuvrant l'axe de commande des volets O, O.
Z, Z, passages d'air au-dessus de la grille.
G, G, grilles.
B, B, position de la brosse pour ramoner au mouillage.

Digitized by Google

Précautions à prendre pour la maçonnerie. — Quand la maçonnerie vient d'être refaite à neuf il faut avoir soin de la faire sécher préalablement et lentement avec un feu de bois afin de ne pas provoquer la dislocation des briques par un feu trop énergique.

Les soupapes de sûreté ont une zone très étroite, elles sont appliquées sur leur siège par des ressorts à boudin, on règle la bande de leurs ressorts par un essai préalable des chaudières à la pression voulue en comparant leur pression à celle indiquée par un manomètre étalon. Ce tarage est fait avec la plus grande exactitude et on arrête de bander le ressort juste au moment où la soupape commence à fuir et que le manomètre étalon indique la pression de régime. Le ramonage en marche se fait à l'aide d'une longue lance percée de trous et communiquant avec un tuyau de vapeur munie d'une soupape que l'on peut manœuvrer à la main. On introduit cette lance dans les ouvertures des entretoises creuses de la face avant des lames d'eau. L'opération finie, on rebouche les orifices des entretoises, soit avec un rivet à large tête, soit avec un tampon de terre glaise.

Changer un tube. — Comme nous l'avons dit à propos des chaudières Belleville, les tubes inférieurs sont les plus exposés aux avaries.

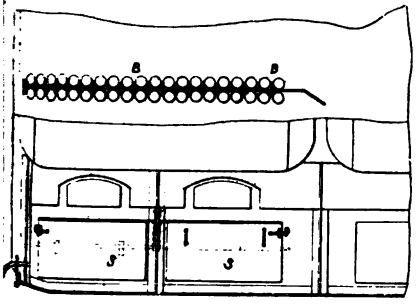
La durée des tubes dépend de leur état de propreté, il faut donc prendre le plus grand soin pour les débarrasser de toute matière isolante et principalement des matières grasses ; car ces dernières, portées à une haute température dégagent, en fusant, des gaz qui isolent de plus en plus la paroi des tubes du liquide. Ces tubes gras sous l'action d'un feu énergique prennent une température anormale et perdent une partie de leur résistance telle qu'ils peuvent se déchirer, souvent il se forme des ampoules qui crèvent par suite de l'amincissement de leur épaisseur. L'indice d'un tube qui a été chauffé outre mesure, qui a pu se cintrer sous l'action de la chaleur et se détériorer sans aucun doute, est une couleur rouge cerise à l'endroit où le contact de l'eau a cessé.

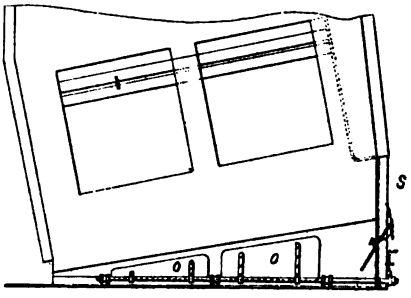
Si un ou plusieurs tubes présentent cet aspect, il est prudent de les remplacer, bien même qu'ils ne présenteraient extérieurement aucune autre trace de fatigue, car ils pourraient se déchirer à la première chauffe. Le remplacement d'un tube est une opération facile ; après avoir enlevé les tampons, on fait une saignée à chacune de ses extrémités, puis à l'aide d'un matoir on décolle la partie coupée et dudgeonnée dans les plaques de tête. Ainsi préparé on sort le tube à l'aide d'une tringle terminée par une traverse à l'une de ses extrémités et l'autre extrémité étant taraudée et traversant une deuxième traverse appliquée sur la face extérieure de la lame d'eau AV. Par un écrou que l'on visse sur cette dernière traverse, on rappelle la tringle et le tube. Si le tube à remplacer était accessible dans le foyer, on le couperait au ras des plaques de tête, et on enlèverait ensuite les deux rondelles qui restent dans l'épaisseur des plaques de tête.

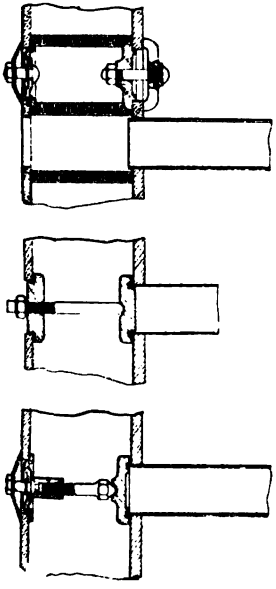
Dans ces opérations il faut avoir grand soin de ne pas attaquer

Digitized by Google

l'emboîtage des tubes dans les plaques de tête, il ne faut aucune bavure, le trou doit être lisse comme au premier tube. La mise en place d'un tube ne présente aucune difficulté. Après s'être assuré de







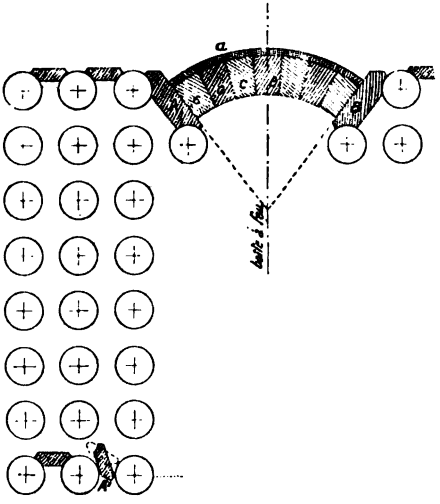


Fig. 131.

état intérieur des trous, on renfle l'extrémité avant du tube d'environ n millimètre et demi à deux millimètres, puis on l'introduit en le rçant un peu par le renflement qu'on lui a fait subir. Une fois à on poste, on le dudgeonne en même temps à ses deux extrémités.

Tamponner un tube avarié (fig. 131). — Sur les chaudières multitu-

Digitized by Google

bulaires à circulation d'eau intérieure et flammes à l'extérieur, on ne peut pas tamponner un tube à l'aide d'un tirant tel que cela se pratique sur les chaudières à courant de flamme intérieur et eau à l'extérieur, puisque dans le type en question, le tirant s'allongerait et par cet allongement les cônes ou rondelles qui boucheraient ses extrémités ne pourraient plus constituer des joints étanches. On emploie dans les chaudières Lagraffel, des tampons en bois, ou la disposition présentée par le constructeur lui-même. Si un bouchon des faces extérieures des lames d'eau vient à fuir, il faut d'abord le serrer et si l'on n'obtient pas son étanchéité, c'est qu'une partie de la rondelle d'amiante caoutchoutée est détériorée; il faut donc la remplacer si la fuite est importante. Cette opération nécessite l'isolement de cette chaudière, la mise bas de ses feux et l'allumage d'une autre chaudière. Ces joints doivent donc être faits avec le plus grand soin et après examen très minutieux de l'état des rondelles.

CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES SYSTÈME COLLET

Aviso *l'Elan* (fig. 132).

Première disposition. — Les chaudières multitubulaires système Collet ont beaucoup d'analogie avec les chaudières Field; le principe est le même, toutes deux ont des tubes vaporisateurs, et des tubes directeurs intérieurs dans les premiers, différant sans doute un peu dans l'agencement employé dans l'un et l'autre système.

Les chaudières Collet sont formées d'une série de collecteurs verticaux portant chacun deux rangées de tubes complets; chaque collecteur est partagé transversalement par une cloison D avec prolongement dans le réservoir supérieur, en deux parties. Dans la partie extérieure du collecteur descend l'eau qui alimente les tubes, et dans la partie intérieure remonte la vapeur se rendant au réservoirs cylindriques supérieurs E et F; les tubes T vaporisateurs sont en acier soudé à recouvrement, ils ont les dimensions suivantes $2^m,10$ de longueur, $0^m,10$ de diamètre et $0^m,0035$ d'épaisseur; ils sont placés parallèlement au plan de grille et avec une inclinaison d'un dixième. L'espace vide laissé entre les tubes des trois premières rangées du bas est plus grand que celui des autres rangées afin d'augmenter la chambre de combustion et de ne pas refroidir les gaz; les espaces entre les rangées supérieures sont plus petits afin de présenter plus de résistance aux flammes et d'empêcher leur panache à la partie supérieure de la cheminée. Les tubes des rangées supérieures qui renferment toute la vapeur formée ont un diamètre de $0^m,125$ et une épaisseur de $0^m,004$.

Les tubes directeurs *t* (vue 2) sont en tôle mince, simplement agra-

Digitized by Google

fés; leur extrémité avant est fixée à une tête *a* à l'aide de trois coups de poinçon refoulant la tôle dans trois petits trous de même forme que les poinçons, la tête *a* possède en outre un ergot et une oreille *o*; l'ergot peut passer par une entaille de même forme pratiquée sur le bord du

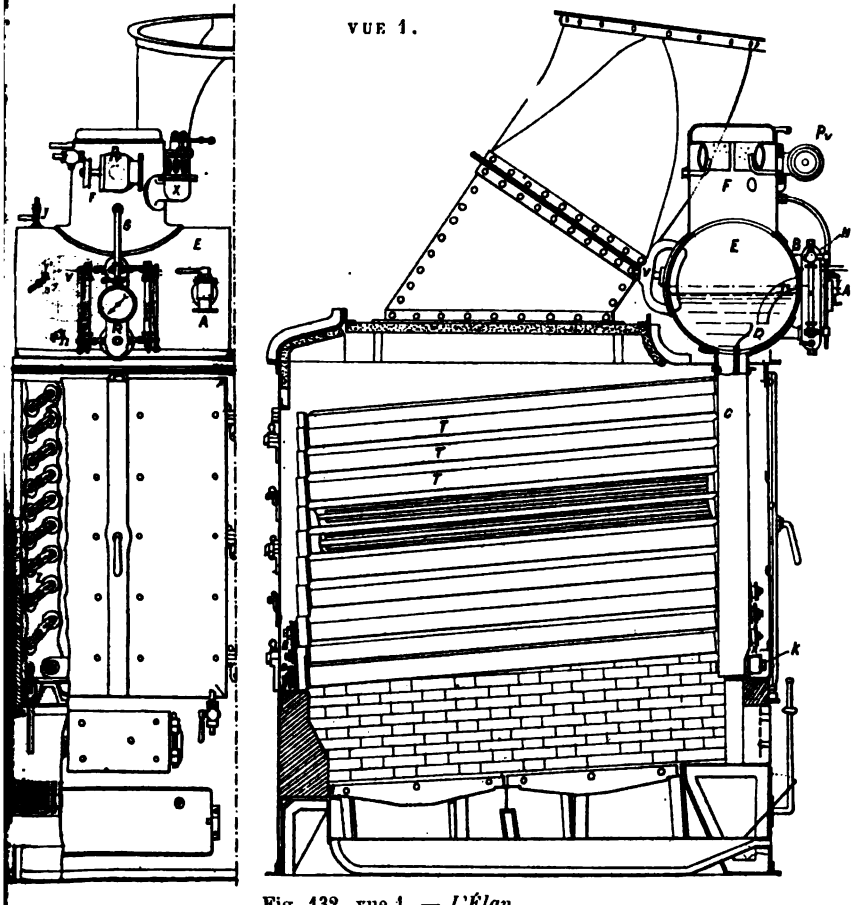


Fig. 132, vue 1. — *L'Élan.*

tr ı du tube de la cloison médiane du collecteur; l'oreille qui sert à so :ir le tube d'abord sert en même temps à faire tourner le tube d' ı certain nombre de degrés, par conséquent à fixer rigidement la tê : *p* sur la cloison médiane D et à empêcher tout mouvement lon- gi ıdinal du tube. Les tubes directeurs, un peu plus courts que les

Digitized by Google

tubes vaporisateurs sont ouverts à leurs deux extrémités. Les tubes générateurs T ont leurs extrémités intérieures terminées par des boîtes M, leurs extrémités extérieures sont terminées coniquement et s'emboîtent dans un trou de même forme pratiqué sur la face intérieure du collecteur; ils sont complètement fermés par les deux bouchons *b* et *b'* et le boulon B en serrant les écrous *e e'*. Les collecteurs verticaux sont en communication par le réservoir supérieur E et par les boîtes K placées à la partie inférieure, il y a une boîte K par collecteur ; la liaison des boîtes K avec les collecteurs se fait à l'aide d'une bague doublement conique et d'un boulon J ; la liaison supérieure des collecteurs avec le réservoir F se fait avec une rondelle de même forme et deux boulons *j'*.

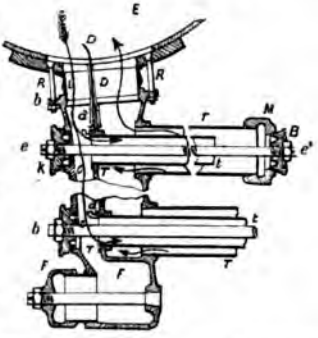


Fig. 132, vue 2. — 1re disposition de fixation des tubes et de fermeture.

La division des collecteurs en deux parties par la cloison D a permis d'établir une circulation rapide d'eau et de vapeur ; le nettoyage

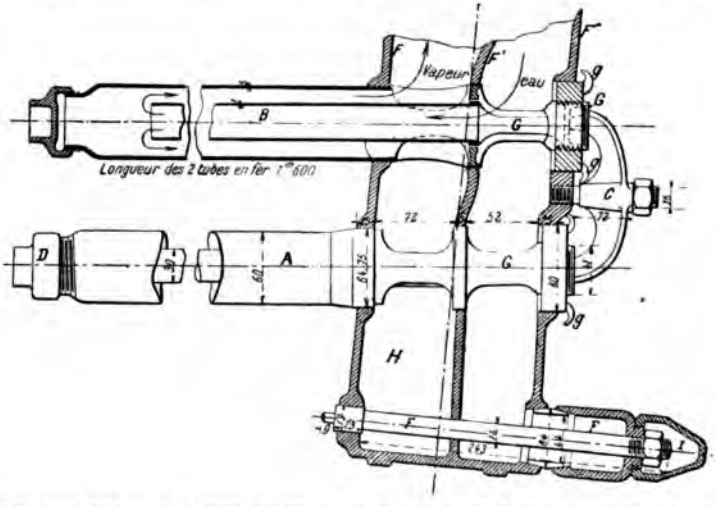


Fig. 132, vue 3. — Nouvelle disposition de fixation et de fermeture des tubes

intérieur se fait donc naturellement par l'énergie de ce courant. La jonction du réservoir E avec les collecteurs demande un très grand

Digitized by Google

soin, il faut que les bagues coniques soient placées bien carrément. L'étanchéité des boulons des boîtes K est obtenue par une rondelle et une limande avec du minium. Le réservoir E d'eau et de vapeur est composé de deux parties, du cylindre E d'abord, puis d'un cylindre F, riveté sur le premier.

Pour prévenir les entraînements d'eau dans le tuyau de vapeur allant aux machines, la prise de vapeur dans le réservoir F, se fait

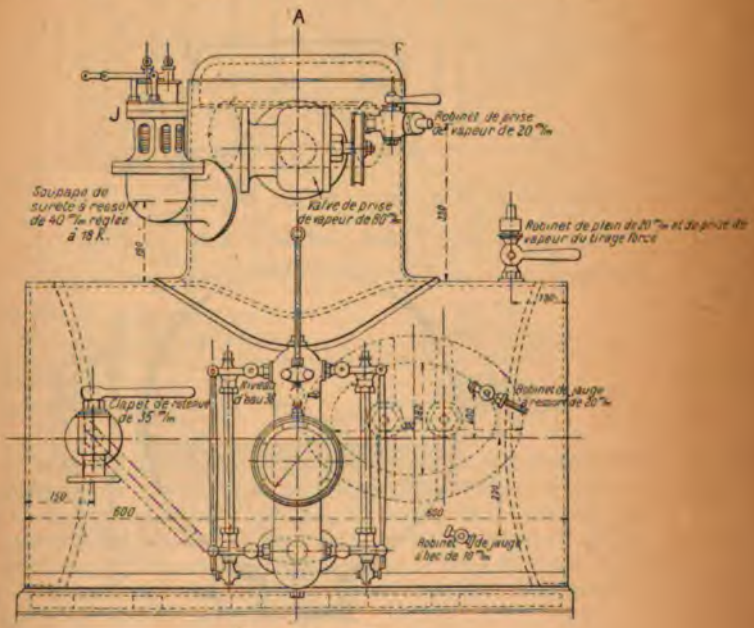


Fig. 132. — Vue 4.

par un tuyau disposé en forme de tore placé à la partie supérieure de F, ce tore est crépiné. Ce crépinement consiste en un nombre suffisant de trous triangulaires de 1 millimètre de côté et espacés de 5 millimètres ; ces trous ayant été percés avec un poinçon, présentent à l'extérieur une bavure contre laquelle viennent se briser les gouttelettes d'eau qui auraient pu être entraînées mécaniquement. Ces trous sont percés avant l'assemblage des deux parties du tore.

Sur le cylindre F, sont fixés la prise de vapeur principale P*v*, les soupapes de sûreté X, un tuyau G communiquant avec le manomètre, la prise de vapeur *y* du sifflet. Le cylindre E porte la colonne de niveau d'eau R, le robinet et clapet de retenue d'alimentation A, les robinets jauge *n* et *n'* et la prise *y'* du ramoneur à vapeur, pris sur *n'*.

Digitized by Google

Comme il est indiqué par le dessin, dans ce type de chaudière, les tubes sont complètement libres, leur dilatation n'est donc pas gênée, ils ne fatiguent nullement la plaque de tête. L'enveloppe du faisceau tubulaire comprend deux parties : la partie inférieure constituant le foyer, est formée d'une tôle recouverte de briques réfractaires S jusqu'à la troisième rangée de tubes et du plan de grilles et cendrier; il a deux rangées de barreaux, ils sont inclinés du 1/10 comme les

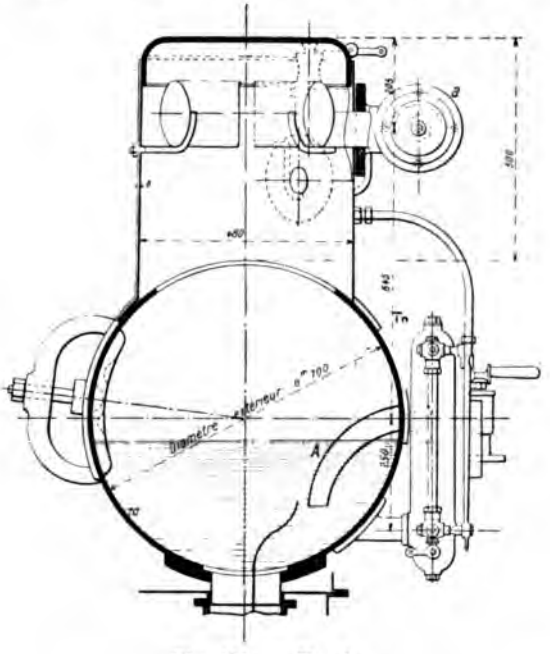


Fig. 132. — Vue 5.

tubes ; la partie supérieure de l'enveloppe et sur les faces, ainsi que les portes du faisceau, est formée de deux tôles entretoisées, entre lesquelles on a intercalé un isolant de coton silicaté. Les faces verticales de l'enveloppe sont formées par des panneaux démontables, maintenus à l'aide de tenons et de clavettes, le démontage en est facile.

A titre d'essai et pour vérifier l'influence que pourrait exercer le zinc pour la conservation des tubes vaporisateurs et des tubes directeurs, le constructeur avait fait galvaniser les tubes directeurs d'une des chaudières, en conservant naturels ceux de l'autre chaudière. En tenant compte de l'effet produit par les électrogènes employés sur les

Digitized by Google

grandes chaudières ordinaires, la galvanisation des tubes directeurs peut aussi gêner la formation des dépôts dans l'intérieur des tubes vaporisateurs et directeurs.

Dimensions principales et résultats d'essais.

	Pression aux chaudières	Pression à l'échappement	Tirage en millimètres à la base de la cheminée	Charbon brûlé par heure et par mètre carré de grille	Vaporisation totale par heure et par chaudière	Proportion d'eau entraînée pour cent	Vaporisation par kilogramme de charbon brûlé	Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe et par heure
	kilog.	kilog.	millim.	kilog.	lit.			lit.
Tirage naturel . .	7,20	4,5	13,31	83,752	1 625	3,92	10,145	25,791
Tirage forcé . . .	7,480	4,5	18,55	207,285	3 025	5,09	7,642	48,016

Surface de grille par corps.	1^{m^2},9910
Surface de chauffe par corps.	60^{m^2} environ.
Volume total de la chambre de combustion.	3 m. cubes.
Volume de vapeur.	0^{m^3},310
Poids total, eau comprise	10 000 kgr.

Dans ce genre de disposition des tubes directeurs, ces derniers ne sont maintenus que par une de leurs extrémités, par l'effet de l'ébullition et de la rapidité du courant d'eau et de vapeur il pourrait très bien arriver que les tubes se détériorent assez promptement et même se détachent de leur lanterne et tombent dans le fond du tube vaporisateur. L'absence du tube directeur deviendrait un réel inconvénient pour la circulation des deux fluides.

L'expérience montrera ce que cette supposition pourra avoir de fondé.

NOUVELLES DISPOSITIONS ADOPTÉES POUR LES CHAUDIÈRES NICLAUSSE EMPLOYÉES DANS LE PORT DE BREST ET SUR LE « FRIANT »

(Fig. 133, vues 1, 2, 3, 4, 5.)

Première disposition relative aux chaudières du port. — La Société des générateurs Collet et Niclausse a adopté pour la construction de ses nouveaux appareils, une disposition des tubes un peu différente de celle de l'*Elan*. La modification (fig. 132, vue 3) apportée a eu

Digitized by Google

pour résultat de diminuer assez sensiblement le poids des chaudières et à faciliter le démontage des tubes. Les tubes vaporisateurs sont fermés à leur extrémité intérieure par un écrou borgne ; à leur extrémité extérieure porte une lanterne terminée par une tête tournée coniquement et dans laquelle vient se visser la tête de la lanterne du tube directeur.

Les deux cônes de la tête des tubes vaporisateurs qui pénètrent

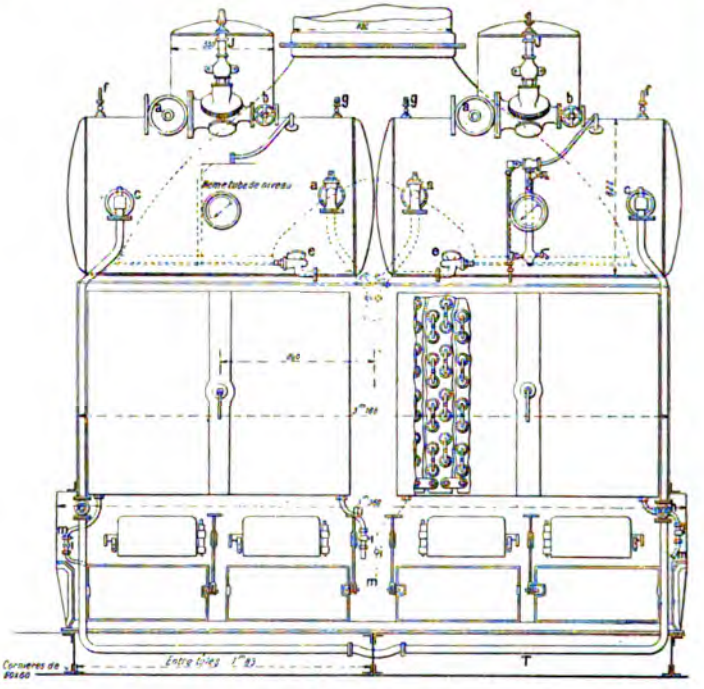


Fig. 133. — Vue 1.

dans les faces extérieure et intérieure des collecteurs ont leurs génératrices parallèles et leur ajustage doit être parfait ; le cône du milieu a un peu de liberté dans son emmanchement dans la cloison médiane. Une légère fuite ne présente aucun inconvénient.

La partie du cône avant ou extérieur de la lanterne dans la face avant du collecteur est légèrement flexible, puisque ces collecteurs ne sont pas entretoisés ; on peut donc, par cette flexibilité, en opérant le serrage des tubes à l'aide des griffes qui ont remplacé les boulons, corriger un léger défaut de parallélisme dans le perçage des cônes.

Digitized by Google

Il est même bon de donner au cône extérieur un angle un peu moins ouvert que celui du milieu. Le cône intérieur ou arrière, au contraire, doit être tourné exactement suivant le profil de la cloison dans laquelle il pénètre.

Les tubes directeurs portent aussi une lanterne appelée lanterneau en acier, à deux ouvertures qui vient se visser dans le centre de la tête du tube vaporisateur.

La circulation d'eau et de vapeur s'établit comme dans la disposition de l'*Elan*. Ce dispositif a permis de supprimer les boulons tirants et les bouchons de fermeture et de visites des tubes, ce qui a beaucoup allégé la chaudière et facilité la visite des tubes. Un autre avantage, tout au moins aussi important, a été également réalisé par cette modification, cet avantage consiste à éviter les fuites pouvant résulter d'un refroidissement un peu brusque produit soit par l'ouverture des portes des boîtes à feu ou des boîtes à fumée, soit par la mise bas des feux trop rapidement, ce qui détermine une contraction des tubes, tandis que les boulons tirants baignés dans l'eau chaude conservent leur même longueur. Dans ces conditions, les tubes se déboîtent forcément à l'arrière et des fuites se produisent. Rien de semblable n'est à craindre avec les nouveaux tubes à lanterne, puisqu'ils sont fermés à leur extrémité extérieure, par un bouchon à vis. De plus, le service des appareils se fait complètement par l'avant. Pour les démontages, on peut enlever, soit à la fois le tube directeur et le tube vaporisateur, soit le tube directeur seul.

Collecteurs. — Les collecteurs, de même d'ailleurs que les bouchons et boîtes de raccord, sont en fonte malléable. Ils sont divisés par une cloison médiane en deux compartiments inégaux, celui de l'arrière, qui est destiné au passage de la vapeur, ayant un volume plus grand que celui de l'avant, par où descend l'eau d'alimentation; chaque collecteur correspond à deux rangées verticales de tubes. Sur leur face avant sont fixés des prisonniers filetés, sur lesquels s'emmanchent des griffes d'appui, maintenues en position par un écrou (fig. 132, vue 3). Chaque griffe vient appuyer à la fois sur les deux bouchons G de même numéro de série horizontale.

Les différents collecteurs sont réunis entre eux à leur partie inférieure au moyen des boîtes de raccord F, ce qui permet d'avoir un robinet de vidange unique par corps de chaudière. Il est à remarquer, à ce propos, que les tubes étant inclinés de façon à avoir leur extrémité arrière plus basse que l'extrémité avant, il n'est pas possible de vider complètement le générateur qu'en démontant les bouchons D, c'est-à-dire les bouchons tirants. Seule, l'eau contenue dans les collecteurs et réservoir supérieur, peut être extraite au moyen du robinet de vidange.

La jonction des collecteurs et du réservoir supérieur se fait au moyen de bagues doublement coniques. Une tôle rapportée et ployée

Digitized by Google

prolonge à l'intérieur du réservoir la cloison médiane des collecteurs. Sa courbure est dirigée de façon à augmenter la section de passage de la vapeur.

Réservoir d'eau et de vapeur. — Le réservoir d'eau et de vapeur se compose d'un coffre cylindrique à arêtes horizontales, surmonté

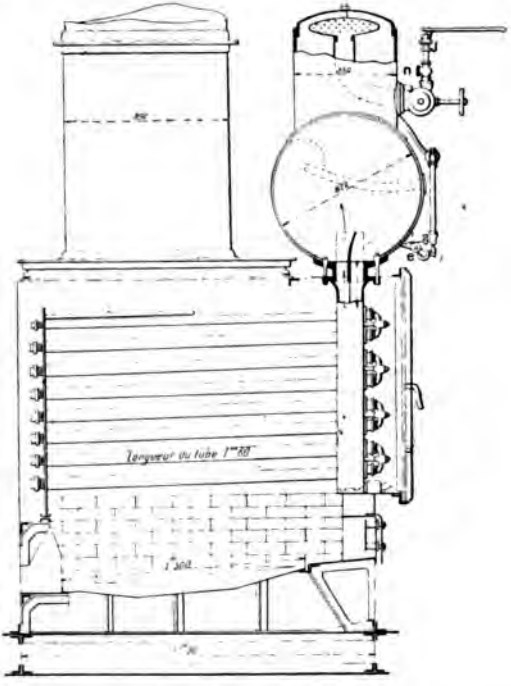


Fig. 133. — Vue 2.

d'un dôme vertical également cylindrique. Il est formé à ses deux extrémités par deux coquilles. L'ensemble est en tôle d'acier. Le réservoir est rendu solidaire de tout l'appareil au moyen de boulons prisonniers venant prendre appui sur la partie haute des collecteurs.

Sur le réservoir proprement dit se trouvent placés :

1° Le robinet d'arrivée d'eau d'alimentation. (Ce robinet doit être ouvert en grand pendant la marche. On règle l'arrivée de l'eau d'alimentation au moyen d'un robinet boule placé sur la face avant des générateurs, à portée de la main du chauffeur) ;

2° Le robinet de prise de vapeur du tirage forcé

Digitized by Google

3° Les robinets jauges, celui placé à la partie supérieure sert en même temps pour le ramonage ;

4° Un bouchon de trou d'homme ;

5° Un réservoir en fonte malléable portant à la fois deux celonnes de niveau d'eau et un manomètre. (Les tubes sont en cristal et présentent sur l'arrivée une large bande émaillée rouge qui rend la lecture des niveaux particulièrement facile.)

Le dôme supérieur porte les appareils suivants :

1° La valve de prise de vapeur de la machine ;

2° Une double soupape de sûreté ;

3° Le robinet de prise de vapeur de la pompe alimentaire.

Le niveau de l'eau est maintenu normalement en marche à mi-tube, ce qui correspond à peu près au milieu du réservoir horizontal. L'eau d'alimentation arrive ainsi dans la partie du générateur où la température est la plus élevée et les échanges de chaleur se font dans de bonnes conditions. Cette eau redescend naturellement par suite de sa plus forte densité vers la partie basse, ce qui assure l'activité de la circulation.

Couronne de prise de vapeur. — La vapeur qui se rend à la machine principale, est prise à l'intérieur du dôme au moyen d'une couronne dont la disposition spéciale mérite d'être signalée. Cette couronne, qui affecte à peu près la forme d'un tore, se compose de deux tôles embouties, rivées l'une à l'autre et sur lesquelles sont placées de cinq millimètres en cinq millimètres, des trous triangulaires de $1^{mm},5$ de côté. Ces trous sont débouchés par l'intérieur et l'on a soin de ne pas adoucir les aspérités du métal qui en résultent à l'extérieur. La surface de la couronne ressemble ainsi à celle d'une râpe. Les gouttelettes d'eau entraînées par la vapeur viennent se briser sur ces aspérités et ne pénètrent que difficilement à l'intérieur de la couronne. Les relevés faits pendant les différents essais, au moyen d'un calorimètre, ont d'ailleurs montré que la vapeur était toujours pratiquement sèche.

Appareil de tirage forcé et détendeur de vapeur. — Le tirage forcé est obtenu au moyen de jets de vapeur dans la cheminée. L'appareil qui sert à le produire se compose simplement d'une couronne en cuivre portant six buses verticales ; il n'offre rien de particulier, pas plus que le détendeur qui repose sur le même principe que celui des chaudières Belleville.

Comme ces chaudières doivent conduire des machines électriques à tesse constante, on a ajouté un appareil détendeur donnant un écart : 5 kilogrammes avec la pression de régime. Le régulateur des achines a donc moins besoin d'agir pour réprimer les écarts de tesse.

Digitized by Google

CHAUDIÈRES SYSTÈME NICLAUSSE, MULTITUBULAIRE DU CROISEUR « FRIANT »

(Fig. 134 et 135.)

L'appareil évaporatoire du Friant se compose de vingt chaudières divisées en six chaufferies; les deux chaufferies avant ayant des chaudières un peu plus puissantes ne comprenant chacune que deux chaudières, les chaufferies AR et M en comprennent chacune six. Chaque groupe de deux chaufferies a sa cheminée.

Chaque chaudière de ce type comprend :

1° Le faisceau tubulaire, le réservoir d'eau et de vapeur (fig. 134, 135 ; vue 1 et 2);

2° Le foyer;

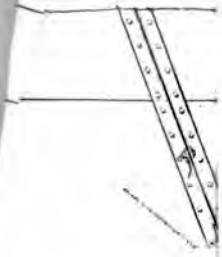
3° L'enveloppe générale de la chaudière.

1° Le faisceau tubulaire est formé par un nombre de collecteurs verticaux variant de dix à douze selon la puissance des chaudières et de dix-huit tubes disposés comme l'indique chaque collecteur, et divisé par une cloison N verticale en deux compartiments inégaux; le compartiment extérieur qui sert de passage à la vapeur a une section un peu plus petite que le compartiment intérieur qui sert de passage à l'eau.

Les tubes vaporisateurs A, qui sont en contact avec les flammes, traversent les cloisons des collecteurs; une de leurs extrémités est fermée par un écrou borgne ; l'autre extrémité est terminée par une partie conique s'emboîtant exactement dans un trou de même forme pratiqué dans la cloison intérieure N'; à partir de cette cloison il est terminé par une lanterne laissant passage à la vapeur dans le compartiment intérieur du collecteur, son emmanchement dans la cloison médiane N n'est pas étanche complètement; l'extrémité extérieure du lanterneau porte une tête terminée coniquement et s'ajustant exactement dans un trou de même forme pratiqué dans la cloison extérieure; dans cette tête qui est filetée vient se visser le tube directeur B terminé également par un lanterneau donnant passage à l'eau, le filetage dans la tête du tube vaporisateur en assure l'étanchéité. L'étanchéité du tube vaporisateur est obtenue par les emboîtages coniques et par pression obtenue à l'aide d'un prisonnier P vissé à poste fixe dans l'épaisseur de la cloison extérieure par une traverse T et un écrou *e*, deux griffes X venues de forge avec la tête du tube vaporisateur servant à le sortir. Pour mettre en place un tube vaporisateur il faut donc préalablement emmancher le tube directeur, serrer ensuite le tube vaporisateur.

L'extrémité inférieure des tubes vaporisateurs est soutenue librement par des cornières horizontales fixées sur l'enveloppe de la

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

chaudière, il peut donc se dilater à volonté sans fatiguer ses emmanchements. L'extrémité supérieure du compartiment réservé à l'eau porte une sorte d'entonnoir débouchant un peu plus haut que la

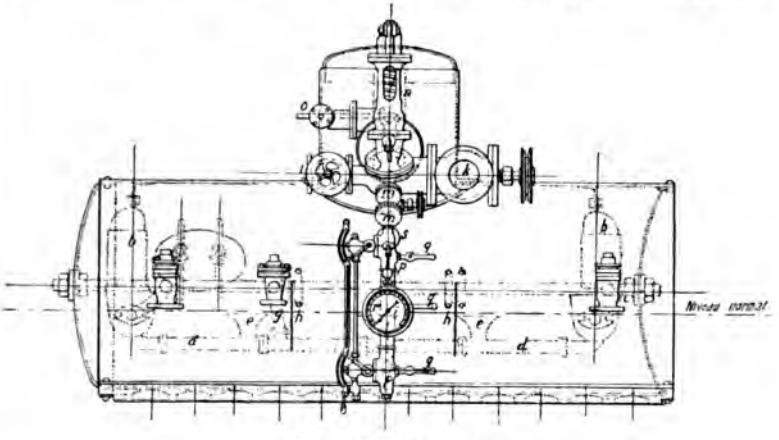


Fig. 134. — Vue 3.

partie inférieure du réservoir général d'eau et de vapeur, de cette façon les corps étrangers ne sont pas entraînés dans les tubes.

La partie inférieure de chaque collecteur communique par un tuyau à raccord avec un tuyau commun, c'est par ce tuyau que l'on vide ces collecteurs, comme il est indiqué, les tubes sont inclinés et ne peuvent être complètement vidés. Pour opérer une vidange complète il faut enlever les écrous borgnes de chaque tube. Le réservoir général d'eau et de vapeur est réuni à chaque collecteur à l'aide d'un joint obtenu par une rondelle double cône serrée à l'aide de brides et de boulons. L'alimentation se fait par un jet intérieur rétréci dans une espèce de cloche fermée, l'eau tombe sous forme de pluie; puis se déverse dans le réservoir.

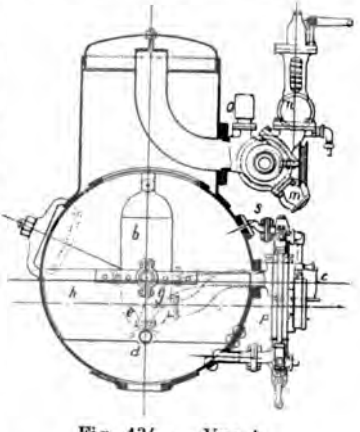


Fig. 134. — Vue 4.

L'extraction de surface se fait par un tuyau commun muni de cônes

Digitized by Google

évasés. La vapeur est puisée dans un cylindre placé au milieu de chaque réservoir ;

2° Le foyer, comme l'indique la figure, ne présente rien de particulier, les côtés et la face AR sont formés par des briques réfractaires;

3° L'enveloppe est formée par un assemblage de panneaux démon-

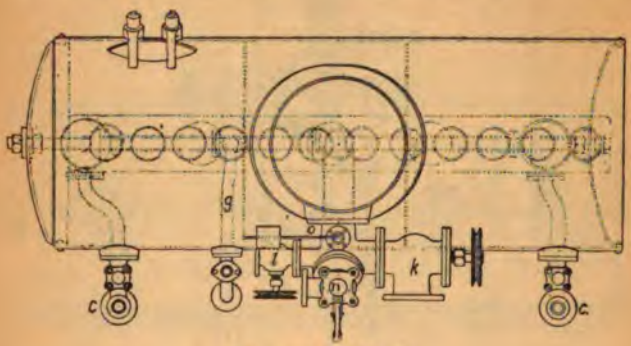


Fig. 134. — Vue 5.

b, boîtes à injection.
d, collecteur d'extraction.
e, pipes d'extraction.
g, tuyau de communication du collecteur avec le robinet d'extraction.
h, tôles brise-lames.
c, clapets de retenue d'alimentation.
k, prise de vapeur des machines principales.
l, prise de vapeur des machines auxiliaires,
m, prise de vapeur des pompes alimentaires.
n, soupapes de sûreté.
o, soupape avertisseuse.
p, colonne de niveau d'eau.
q, robinets jauge.
r, manomètre.
s, diaphragme de 2mm d'épaisseur d'un trou central de 2mm.

tables garnis de matière isolante, semblables aux dispositions adoptées pour les chaudières Lagraffel et Belleville.

Ces chaudières craignent moins les refroidissements brusques que les chaudières d'Allest, puisque leurs tubes ne sont fixés que par frottement et par pression, qu'à une de leurs extrémités, ils sont libres à l'autre; par contre, le nettoyage d'un tube complet Niclausse exige d'abord le démontage complet du tube, puis celui du tube directeur, puis celui des bouchons intérieur et extérieur de fermeture du tube vaporisateur.

Mais le démontage d'un tube complet est rapide, en deux minutes le tube est sorti, et en cinq minutes un tube pourrait être remplacé, si ce tube était préparé à l'avance. Le nettoyage peut donc être aussi rapide que dans les Lagraffel.

Digitized by Google

RÉCEPTEURS DE VAPEUR DES GÉNÉRATEURS

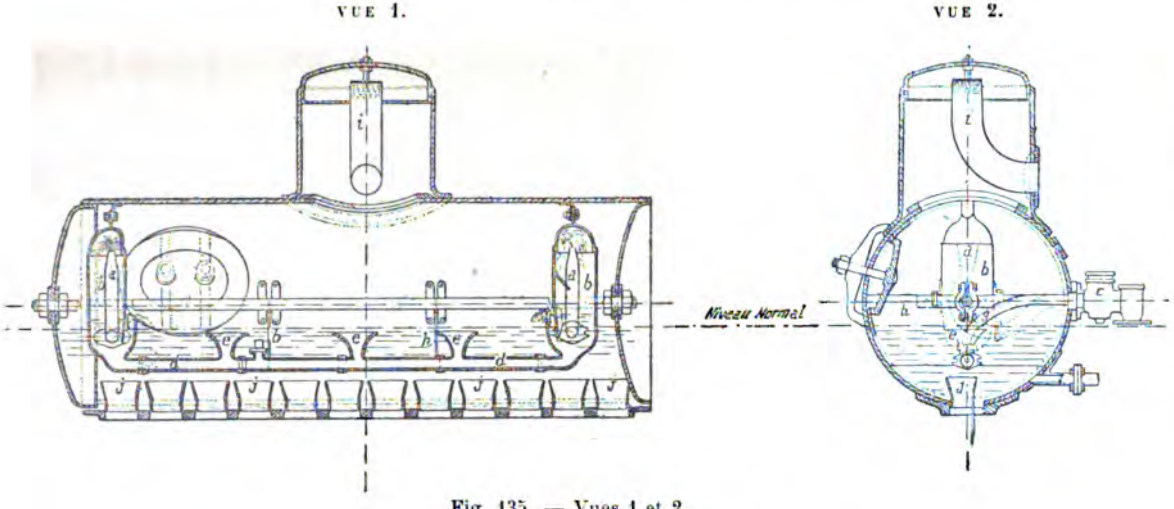


Fig. 135. — Vues 1 et 2.

a, tuyaux d'injection.
b, boîtes à injection.
c, clapet de retenue.
d, collecteur d'extraction.
e, pipes d'extraction.
f, tôles de séparation de courant.
g, tuyau de communication du collecteur au robinet d'extraction.
h, tôles brise-lames.
i, tube diviseur.
j bagues séparatrices des courants.

Digitized by Google

Après un certain temps de chauffe les bouchons se démonteront-ils facilement, les emmanchements coniques conserveront-ils toujours cette étanchéité des essais, étanchéité due à un soin très grand dans l'exécution du travail. L'expérience qui sera faite de ces chaudières indiquera seule leurs qualités et leurs défauts.

Les tubes directeurs étant emmanchés en porte à faux dans les tubes vaporisateurs, ils peuvent s'affaisser par leur poids ou par des vibrations résultant de la violence des ébullitions.

On ne peut pas vider complètement ces chaudières à cause de l'inclinaison des tubes et de leur fermeture extérieure. Les extractions de fond ne pourront donc pas expulser les dépôts qui se trouvent à l'extrémité fermée des tubes ; les dépôts graisseux y séjourneront donc. Ces dépôts, joints à l'humidité ou à la présence de l'eau, ces tubes pourront se détériorer très vite à cette extrémité.

Dans les chaudières du Friant, à la suite des premiers essais, la chambre de combustion n'était pas assez élevée, surtout avec une couche de charbon un peu épaisse. La combustion avait lieu dans la cheminée, il y avait des panaches de flammes et de fumée très intenses au sommet des cheminées. On a dû baisser les cendriers et les grilles. Cette modification, qui était indispensable pour créer une chambre de combustion suffisante, a produit bon effet au point de vue de la combustion, mais elle a donné lieu à une certaine difficulté pour le chargement des fourneaux qui ont été abaissés. Il faut une certaine habitude pour charger aussi bas.

Cette modification faite, on a dû encore, pour prévenir les flammes dans les cheminées et éviter une nouvelle détérioration de toute la tôlerie des cheminées et des chaudières, pratiquer une chauffe méthodique, où la couche de charbon avait une hauteur de 10 à 12 centimètres et où le poids des charges était d'environ 15 à 20 kilos. A toute allure, il faut charger d'une façon continue.

L'usage prolongé plus ou moins de ce type de chaudière fera mieux ressortir leurs qualités, et leurs défauts qui ont pu ressortir des observations des premiers essais. Ce que l'on peut affirmer, c'est qu'elles ont produit la même quantité de vapeur que les types Lagraffel et Belleville.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES, COMPARÉES AUX CHAUDIÈRES CYLINDRIQUES ORDINAIRES FONCTIONNANT A $4^{kg},850$ ET 6 KILOS.

Les avantages de ces chaudières comparées aux chaudières cylindriques ordinaires sont :

1° Dans la promptitude de leur mise en pression, dans le passage brusque d'une pression à une pression plus élevée sans éprouver de

Digitized by Google

fatigue et dans leur grande grande production de vapeur par mètre carré de grille et de chauffe ;

2° Dans leur pression élevée, ce qui permet d'obtenir des machines motrices puissantes, économiques et légères ;

3° Dans la facilité de leur montage à bord, cas particulier des Belleville et Niclausse, qui peuvent être embarquées en détail et montées à bord ;

4° Dans la sécurité qu'elles présentent par leur construction même. Etant composées d'éléments de petites dimensions et par conséquent très résistants, les avaries sont toujours moins graves au point de vue matériel, et au point de vue de la sécurité du personnel ;

5° Les réparations sont toujours possibles et faciles à opérer par les moyens du bord;

6° Etant donné leur petit volume d'eau et de vapeur, elles conservent moins longtemps la chaleur et elles sont plutôt accessibles à leur nettoyage et à leur visite (36 heures au lieu de 3 à 4 jours), sans craindre de les fatiguer par les extractions ;

7° On peut embarquer les rechanges nécessaires à leurs réparations;

8° On peut pousser les feux avec toute l'énergie possible, sans crainte de fatigue pour les parties essentielles des chaudières.

Inconvénients. — Leurs inconvénients consistent :

1° Dans la réduction de leur volume d'eau et de vapeur. Ce qui exige une pression de régime aux chaudières supérieure à celle à laquelle fonctionnent les appareils moteurs et auxiliaires et par conséquent l'emploi d'organes spéciaux appelés détendeurs qui, une fois réglés pour une pression déterminée pour les machines, maintiennent cette pression constante tant que celle des chaudières est supérieure ou égale à la pression des machines. Cette addition d'appareils détendeurs est indispensable ; car toute irrégularité dans la chauffe et dans l'alimentation est une cause de chute de pression ; il faut donc avoir une différence assez sensible entre la pression des chaudières et celle des machines, si l'on veut obtenir une allure régulière aux appareils;

2° Dans la haute pression à laquelle elles fonctionnent, les différents tuyautages supportent des pressions et des températures très élevées; il y a donc un travail considérable dans la matière sous la double action de la dilatation et de la tension produite par la pression. L'essai à froid du tuyautage ne tenant compte que de la tension intérieure ne donne pas exactement la somme de travail qui existerait à chaud ; il n'est donc qu'une garantie insuffisante contre les avaries qui peuvent arriver. Les joints fatiguent, et la moindre déchirure, dans un tuyau ou même la rupture d'un simple tube de niveau, remplit immédiatement le compartiment de vapeur. Les joints des tuyaux doivent être faits avec le plus grand soin et avec des matières spéciales ;

Digitized by Google

3° Leur durée est moins grande que celle des chaudières cylindriques;

4° Elles ne peuvent marcher qu'à l'eau douce ;

5° Elles n'ont généralement que peu ou pas de hauteur de chambre de combustion excepté les Lagraffel ; elles exigent donc une chauffe méthodique si l'on veut obtenir une bonne combustion et éviter les panaches de fumée et de flammes au sommet des cheminées et la détérioration de ces dernières ;

6° Elles exigent généralement des ventilateurs pour faciliter la combustion et les chaudières Belleville demandent en plus des compresseurs d'air pour brasser les gaz sur les grilles et en assurer la combustion;

7° Leur ramonage en marche est moins facile et moins efficace que celui des chaudières ordinaires ;

8° Leurs tubes à courant d'eau intérieur sont plus aptes à être avariés que ceux des chaudières ordinaires qui sont toujours baignés par l'eau extérieure;

9° Les projections d'eau sont plus violentes et plus fréquentes, si l'eau d'alimentation n'est pas pure, s'il y a un mélange d'eau douce et d'eau salée;

10° Dans les Belleville il faut des appareils spéciaux pour l'alimentation, appelés petits chevaux Belleville ;

11° Elles sont sujettes à des entrainements d'eau lorsqu'elles fonctionnent à toute puissance.

En résumé, les chaudières multitubulaires ont leurs inconvénients et leurs avantages.

La construction des chaudières cylindriques ne comprend qu'un cylindre-enveloppe, un foyer et un faisceau tubulaire, le tout de grandes dimensions; on peut y pénétrer partout; tandis que dans les chaudières multitubulaires, la chaudière proprement dite est renfermée dans une simple tôlerie extérieure et se compose généralement de 3 collecteurs et de 500 à 1 000 tubes formant le faisceau tubulaire; les chances d'avoir des tubes avariés dans ces chaudières sont donc considérablement augmentées ; les emmanchements de ces tubes peuvent donner lieu à des fuites multiples et dans les chaudières Lagraffel et Belleville, les joints des bouchons des lames d'eau présentent assez de difficulté pour obtenir l'étanchéité.

Mais l'importance des avaries est divisée par le nombre des éléments et est toujours moins grande que dans les chaudières cylindriques.

COMPARAISON ENTRE EUX DES TROIS TYPES DE CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES EMPLOYES SUR LES GRANDS BATIMENTS

Type Belleville. — Type Niclausse. — Type Lagraffel.

1° *Au point de vue de la production de vapeur par kilogramme de charbon ;*

Digitized by Google

2° *Au point de vue de leur fonctionnement en service courant;*

3° *Au point de vue de leur conduite et de leur entretien, de leurs visites et des mesures à prendre en arrivant au mouillage.*

1° Au point de vue de la production de vapeur par kilogramme de charbon. Elle est à peu près la même pour les trois types et est de $8^k,500$ en moyenne;

2° Au point de vue de leur fonctionnement en service courant.

En comparant la disposition du foyer et du faisceau tubulaire par rapport à la grille, les chaudières Lagraffel ont une chambre de combustion commune assez vaste pour obtenir une bonne combustion et éviter l'inflammation des gaz dans la cheminée et une diminution notable de la fumée si la chauffe est bien conduite et si l'on règle convenablement l'ouverture des portes avant des cendriers et celles placées latéralement.

Les chaudières Belleville et Niclausse n'ont pas cette chambre de combustion; il faut donc s'attacher d'une manière toute spéciale à régler l'épaisseur de la couche de charbon, et régler la pression d'air dans les buses d'arrivée d'air qui sert à brûler les gaz d'une façon convenable. Cette pression varie avec l'activité des feux, par conséquent avec la consommation de charbon par heure.

Dans les conditions ordinaires, cette pression varie entre 400 et 500 grammes par centimètre carré et 800 à 900 grammes à toute puissance. Comme il est indiqué par le dessin de ces chaudières, la première rangée de tubes est peu élevée au-dessus de la grille; il ne faut donc pas diminuer cette hauteur par une couche trop épaisse de charbon; sous le rapport de la condition d'une bonne combustion ce type de chaudières est donc inférieur à la chaudière Lagraffel qui n'exige pas de brasseurs de gaz.

Les chaudières Niclausse du Friant ont prouvé combien il était nécessaire et même indispensable de régler non seulement l'épaisseur de la couche de charbon, mais aussi les poids des charges des fourneaux et les intervalles entre chacune. On a dû abaisser les grilles et les cendriers afin d'augmenter la chambre de combustion.

3° Au point de vue de la conduite et de l'entretien de ces trois types de chaudières, comme les volumes d'eau et de vapeur sont très restreints, il faut assurer une chauffe et une alimentation régulières. Il faut pratiquer des ramonages fréquents. Ces ramonages sont plus faciles dans les chaudières Belleville et Niclausse que dans les chaudières Lagraffel, où, à cause de la rangée de briques, la suie ne tombe pas dans le fourneau.

Dans les chaudières Belleville et Niclausse, les maçonneries n'assurent que la protection des tôles, tandis que dans les chaudières Lagraffel elles font partie de la construction même de la chaudière.

Sans le bon état de la voûte, de la chambre de combustion, des autels des faces latérales de fond et des briques placées au-dessus, des rangées inférieures et supérieures des tubes, sans ces briques, la

Digitized by Google

combustion se ferait mal, les tôles extérieures rougissent et se détériorent promptement. Pour la visite, les chaudières Niclausse sont plus faciles, on peut facilement sortir tous les tubes pour les nettoyer; il n'y a pas de joints à faire; mais par contre on ne peut complètement assécher leurs tubes qu'en les démontant.

En arrivant au mouillage, les chaudières Belleville et Niclausse peuvent être accessibles en moins de temps que les chaudièrets Lagraffel, on n'a pas à craindre la rupture des joints.

En résumé, après avoir examiné les avantages et les inconvénients de chacun de ces trois types de chaudières, les chaudières Niclausse paraissent plus faciles à réparer et à entretenir sans dépense de matières.

Mais l'expérience ne s'est pas encore prononcée sur l'étanchéité des joints des tubes et sur la durée des tubes directeurs.

CHAUDIÈRE LAGRAFFEL

Comparaison de ces chaudières entre elles au point de vue de leur endurance, selon l'activité des feux.

Ce type de chaudières existe sur plusieurs bâtiments cuirassés de premier rang et sur des croiseurs.

Les essais qui ont été faits sur le *Chasseloup-Laubat* et le *Cassini* ont permis d'établir le degré d'endurance de ces chaudières, au point de vue des avaries qui se sont produites à des chauffes plus ou moins poussées.

Sur le *Chassetoup-Laubat*, pendant toute la série des essais, aucune fuite importante ne s'est produite aux tubes; quelques rares suintements se sont déclarés et ont été étanchés par un léger dudgeonnage; les tubes ne se sont pas déformés, les cheminées seules ont été déformées et ont dû être démontées pour enlever les gondolements; les maçonneries ont été réparées, les briques qui les composaient primitivement ont été remplacées par d'autres d'une qualité meilleure, et n'ont plus donné lieu qu'à un entretien ordinaire de l'argile.

Les avaries des cheminées ont été attribuées à une chauffe irrégulière, à des couches de charbon souvent trop épaisses sur les grilles, ce qui donnait lieu à une combustion des gaz dans les culottes et à des panaches de fumée et de flammes à la sortie des cheminées. Ces faits ont cessé d'exister avec une chauffe mieux conduite. Pendant toute la période des différents essais, à petite et à grande allure, la consommation de charbon n'a jamais dépassé 120 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure. Après les essais, la visite minutieuse qui a été passée aux chaudières n'a fait découvrir aucune fuite ni déformation aux tubes, ni aux entretoises; on a donc pu conclure que les chaudières n'avaient pas fatigué, et que les résultats obtenus, au point de vue de leur solidité, de leur production de vapeur étaient satis

Digitized by Google

faisants. Ces résultats n'ont pas été les mêmes sur le *Cassini*. Si l'on ne tient pas compte de l'atelier qui les a construites, celles du *Chasseloup-Laubat* provenant de Marseille et celles du *Cassini*, des chantiers du Havre, et si l'on admet que les mêmes soins ont été apportés pour leur construction; les incidents fréquents qui ont eu lieu sur celles du *Cassini* ne pourront donc être imputés qu'à la chauffe qui a été plus active que sur le *Chasseloup*. Et, en effet, la fatigue des chaudières dans leur ensemble n'a été observée d'une manière sensible qu'après une chauffe où la consommation de charbon a été par mètre carré de grilles de 145 kilogrammes pour le groupe des 4 chaudières AR et de 158 kilogrammes pour le groupe avant; à la suite de cet essai, 68 tubes système Serves étaient cintrés ainsi que 158 tubes ordinaires, 55 tubes Serves donnaient lieu à des fuites ainsi que 27 tubes ordinaires. Pour étancher ces fuites on dudgeonna les tubes. Plusieurs entretoises ont été matées pour les étancher.

Le cintrage des tubes et les diverses fuites qui se sont produites indiquent une fatigue réelle de ces organes.

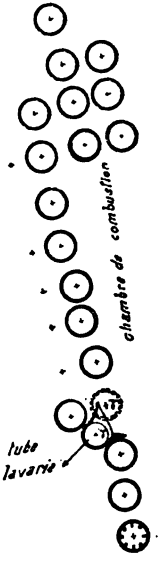
Le dudgeonnage que l'on pratique pour étancher les fuites ne doit pas être répété souvent; car, par cette opération, on lamine l'extrémité des tubes en diminuant leur épaisseur, on fatigue les plaques de tête; et dans cet état l'étanchéité ne peut être que momentanée, et les fuites peuvent très bien se reproduire au bout d'un certain temps. Le cintrage de certains tubes qui a atteint une flèche de 11 millimètres et même 23, a déterminé une traction qui a fatigué leur emmanchement. La flèche maximum ne peut dépasser 5 centimètres sans produire le déboîtage complet du tube de ses plaques de tête.

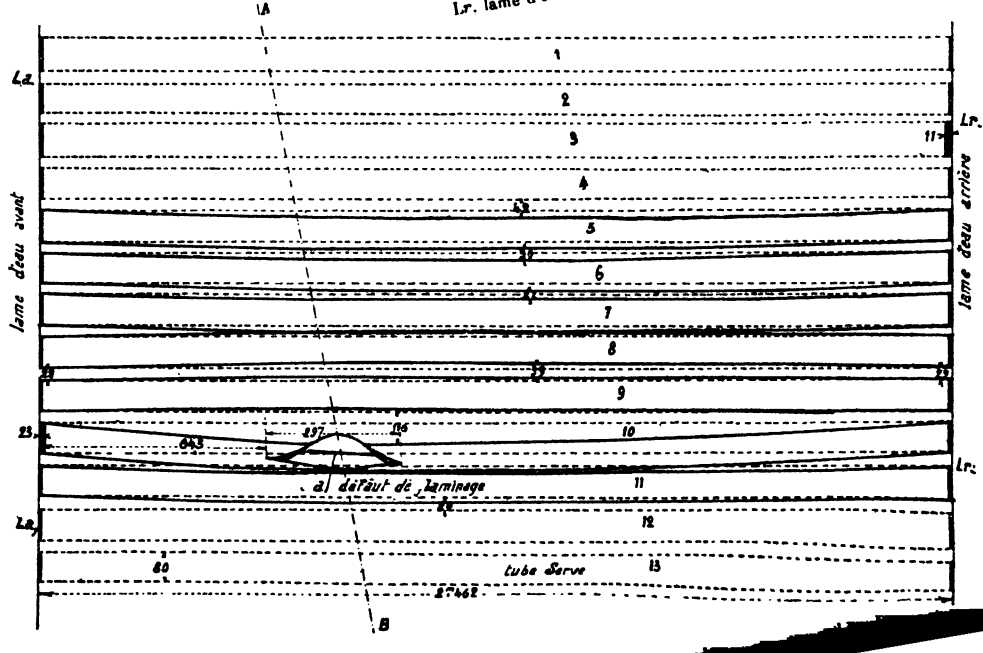
En résumé, ce système de chaudières qui ne manque pas de qualité, qui est même très bon pour des consommations de charbon par mètre carré de grille, ne dépassant pas 120 kilogrammes comme il a été observé sur le *Chasseloup*, peut présenter des inconvénients assez graves lorsque l'on cherchera à les dépasser, en faisant produire aux chaudières une quantité de vapeur supérieure à celle qui était prévue, pour réaliser une puissance plus élevée que celle pour laquelle les appareils moteurs ont été construits. On ne saurait donc trop apporter d'attention entre les chiffres de consommation obtenus sur le *Chasseloup* et sur le *Cossini*, afin d'établir les limites dans lesquelles les consommations de charbon par mètre carré de grille et par heure n'occasionneraient aucune fatigue aux chaudières. Cette consommation limitera donc le nombre de chaudières suffisant, qu'il faudra ablir sur un bâtiment, afin de ne pas être obligé de les pousser ıtre mesure.

Comme nous l'avons déjà dit dans la première note relative à ndurance de ces chaudières, il y a une limite dans la consommation : charbon par mètre carré de grille, à leur imposer; le dernier cident qui vient de se produire sur le *Jauréguiberry* en est une ıuvelle preuve.

Digitized by Google

a, défaut de laminage, gorge de 0m/m, 8, existant sur toute la longueur du tube.
1, 2, 3 à 12, tubes Serves en acier, soudés (épaisseur aux environs de la rupture, 3m/m, 150).
L.*a*, lame d'eau avant.
L.*r*, lame d'eau arrière.





Avarie du *Jauréguiberry*.

... heure. 7,125kg, 176
... de grille . . . 70 , 136

Digitized by Google

Cette avarie s'est produite dans des conditions de chauffe tout à fait normales.

Le tirage était naturel et la consommation ne dépassait pas 70 kilogrammes par mètre de grille; ce n'est donc pas à cette consommation qu'il faut attribuer la déchirure de 30 centimètres qui s'est faite à un tube.

L'essai, qui avait précédé celui où s'est produite l'avarie, était précisément un essai d'endurance de six heures, pendant lequel la consommation avait atteint 153 kilogrammes par mètre carré de grille.

A la suite de cet essai et des précédents, les tubes avaient fatigué, celui qui s'est déchiré était fortement arqué, le croquis ci-joint indique sa déformation et la déchirure.

Il est clair qu'après avoir subi une pareille courbure, la résistance de la matière était bien diminuée, et qu'un défaut de soudure aidant, il devenait moins résistant.

Le mal remontait donc aux essais précédents où l'on avait activé la chauffe; la fatigue avait atteint sa limite extrême, et l'accident, tout près de se produire, ne s'est déclaré que dans des circonstances où l'on devait le moins s'y attendre.

La pression, au moment de la déchirure, n'était que de 12 kilogrammes au lieu de 15 kilogrammes.

Les tubes étirés sans soudure peuvent présenter plus de garantie que les tubes soudés; mais ils sont sujets aux mêmes déformations par les variations de température.

Sur le cuirassé *le Carnot*, qui a le même type de chaudières, on a apporté quelques modifications dans les détails de construction. Ainsi, les portes de chargement des fourneaux s'ouvrent de dehors en dedans, toute pression intérieure dans le fourneau fermerait donc la porte; de plus, sur le parcours du tuyautage, chaque chaudière est munie d'une soupape équilibrée; si donc une fuite quelconque de vapeur vient à se produire, comme il y a chute de la pression à l'endroit où elle se produit, la pression des chaudières voisines qui reste constante ferme cette soupape. Par suite de cette disposition, la fuite de vapeur est toujours limitée à la chaudière avariée et non alimentée par les autres chaudières en fonction, qui communiquent toutes entre elles.

CHAUDIÈRES D'ALLEST ET LAGRAFFEL DU « CHASSELOUP-LAUBAT »

Ces chaudières ont actuellement une moyenne de 2 200 heures de chauffe et, d'après leur aspect extérieur et intérieur, elles peuvent être considérées comme neuves.

Elles se sont toujours bien comportées, et aucun incident digne l'être noté ne s'est produit depuis qu'elles sont en service.

Elles ont toujours bien supporté les nombreuses variations d'allures que le service de croiseur du bâtiment leur a fait subir.

Digitized by Google

Leur conduite exige les précautions inhérentes au système multitubulaire, à tube d'eau intérieur ; mais elles doivent supporter plus facilement que d'autres les variations d'allures, à cause de leur plus grand volume d'eau, et la plus grande capacité du foyer et de la boîte à feu réunis.

Les arcs des tubes, toujours causés par le refroidissement dû à l'air frais entrant dans le foyer, se sont toujours produits au mouillage, jamais en marche, quelle que soit l'activité de la combustion. Les plus grands se produisent au mouillage, en face de la porte du foyer fréquemment ouverte, et à l'endroit où les génératrices supérieures sont les moins chauffées. Aussi, ne saurait-on trop préserver les tubes du contact de l'air frais ; à ce sujet, les trous d'air, placés à l'arrière des cendriers, sont mauvais ; car ils laissent passer l'air frais lorsque la grille est dégarnie, soit lorsque les feux sont simplement entretenus (pendant les stoppages, les machines prêtes à marcher), ou lors des marches à petite vitesse avec trop de foyers.

On dispose des portes destinées à obturer ces trous lorsque l'on laisse tomber les feux. Leur fuites d'air et celles provenant des portes des cendriers mal jointes, sont suffisantes pour laisser passer assez d'air pour empêcher la grille de fondre sous l'action de la chaleur du foyer.

La note de la maison Fraissinet, relative à la conduite et à l'entretien de ces chaudières, est très bien faite, et doit être suivie en tout point.

Il est regrettable qu'on n'ait pas trouvé un meilleur procédé de garniture en briques des entrées de foyer, cela serait facile ; ces briques se cassent et tombent. Les autres briques tiennent assez bien en place. Lors des ramonages, il est indispensable d'enlever les briques séparant le faisceau tubulaire du foyer ; si ces briques étaient plus dures, elles résisteraient à cette manipulation qui les fait casser. Des trous d'air manquent au-dessous des tôles de foyer pour les refroidir pendant les combustions actives. Les portes de visite des tubes sont un peu faibles, leur surface de partage sur la face antérieure de lame d'eau baille à l'extérieur lorsque des hommes inexpérimentés les serrent trop fort.

L'enveloppe isolante est insuffisante contre les faces latérales des boîtes à fumée ; il serait facile de trouver une disposition qui empêcherait la propagation de la chaleur de ces tôles par rayonnement, dans la chambre de chauffe, tout en permettant le refroidissement de ces tôles pour empêcher le gondolement.

Quelques mécaniciens se plaignent de l'imperfection des dispositifs de ramonage. Nous n'avons pas eu à nous en plaindre pendant les sept jours de grande manœuvre ; la chauffe n'a pourtant pas dépassé 70 kilogrammes par mètre de grille, encore n'a-t-elle que rarement atteint cette activité.

Au point de vue de la conservation de ces chaudières, avec les eaux que l'on a employées pour l'alimentation et le remplissage, les pleins

Digitized by Google

ont été faits avec 1 kilogramme de chaux par tonne d'eau pour les eaux de Cherbourg qui sont acides, $0^{kg},500$ pour celles de Brest et de Rochefort qui le sont bien moins. Pendant les marches, on s'est contenté d'additionner 1 kilogramme de chaux par $0^{kg},500$ d'huile minérale consommée ; de plus, pour éviter le plus possible les corrosions, on a fait prendre tous les jours de l'eau des chaudières ; et vérifié, à l'aide de la teinture au tournesol, le degré d'acidité de l'eau. Suivant les eaux employées, on a été amené à modifier les quantités de chaux à introduire dans l'alimentation.

Enfin, en ce qui concerne le gondolement des calottes de cheminée produit pendant les essais par l'élévation de température des courants de fumée, on n'a eu depuis aucune modification dans les flèches des gondolements ; la peinture des cheminées n'a, d'ailleurs, jamais été grillée.

CHAUDIÈRES DE TORPILLEURS

CHAUDIÈRES CYLINDRIQUES, TYPE LOCOMOTIVE, TUBULAIRES, A FOYER TRAPÉZOÏDAL, FLAMMES DIRECTES, COURANT DE FLAMMES INTÉRIEUR DANS LES TUBES, A HAUTE PRESSION.

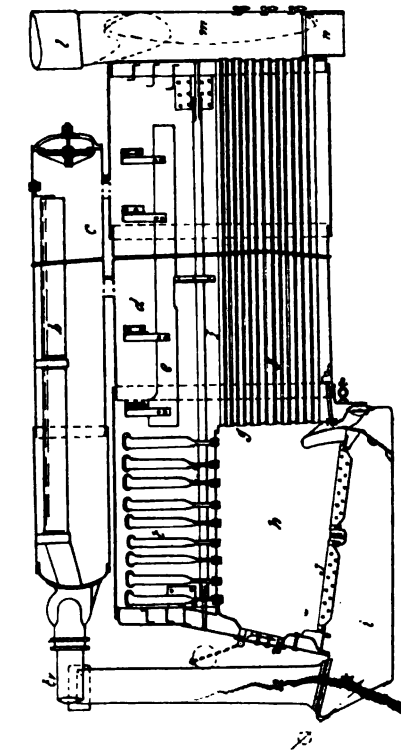
Ce type de chaudières se divise en trois genres :
1° Le genre Claparède (fig. 136) ;
2° La disposition des forges et chantiers (*Bombe*) (fig. 137) ;
3° Le genre Normand (fig. 138) ;
4° La disposition d'Indret (*Ouragan*, fig. 139) ;
5° La disposition des forges et chantiers (*Audacieux*, fig. 140).

1° GENRE CLAPARÈDE
(Fig. 136.)

Ce genre de chaudières se compose d'un cylindre dont un des fonds forme la plaque de tête de la boîte à fumée ; dans l'intérieur de ce cylindre est fixé le foyer, dont le fond forme la plaque de tête de la boîte à feu ; la forme du foyer est trapézoïdale et à faces planes entretoisées avec la partie extérieure de la chaudière ; le ciel de foyer est consolidé par des tirants fixés par un de leurs bouts à la voûte de la chaudière et par l'autre bout à l'aide d'une vis taraudée dans l'épaisseur de la tôle du ciel et se vissant en outre dans le tirant.

Pour assurer l'étanchéité on intercale entre la tête de la vis et la tôle une rondelle en fer ou en cuivre garnie de minium et on serre la vis à force. Il doit toujours rester un espace libre entre le bout du tirant et le ciel du fourneau. Le cendrier de ces chaudières est en tôle légère et rapporté, il est étanche ; sur le côté il y a une tubulure de

Digitized by Google



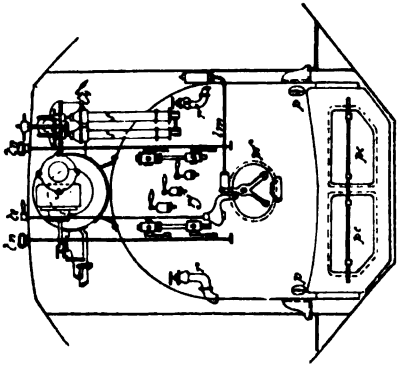


Fig. 1[illegible]6. — Chaudière type Clarapède.

a, cheminée de dégagement des gaz.
b, pipe de vapeur et soupape d'arrêt.
c, réservoir de vapeur.
d, chambre de vapeur.
e, armature-écran.
f, chambre à eau.
g, tubes.
h, fourneau.
i, grille.
i, cendrier.
k, volet de cendrier.
l, cheminée.
m, boîte à fumée.
n, boîte à escarbilles.
t, tirants.
tv, tuyau de vapeur.
pf, porte de fourneau.
pc, porte du cendrier.
r, régulateur alimentaire.
r', régulateur alimentaire (petit cheval).
tu, tringles de manœuvre des tubes de niveau.
te, tringles de manœuvre de l'extincteur.
rj, robinets jauge.
ss, soupapes de sûreté.
lm, levier de manœuvre de la porte de fourneau.
p, portes autoclaves.

Digitized by Google

dégagement pour les gaz en cas d'avaries. L'ouverture de ses volets se fait de dehors en dedans. L'autel est protégé par des briques réfractaires.

La tubulure de dégagement des gaz qui existe sur toutes les chaudières type locomotive est fermée à l'extérieur par un panneau muni d'un ressort de rappel et d'une gâche possédant également un ressort. Pour ouvrir ce panneau il suffit d'exercer une pression soit du pont soit de la chaufferie sur un levier de manœuvre *ad hoc* et le panneau s'ouvre instantanément. Ce type de chaudières comporte les organes suivants :

Deux pompes alimentaires avec leurs régulateurs alimentaires indépendants fixés sur la face avant de la chaudière, un à bâbord, l'autre à tribord et correspondant chacun à une des pompes alimentaires. Quelques chaudières possèdent un troisième régulateur alimentaire, c'est celui du petit cheval. Quand ce dernier n'existe pas, le petit cheval refoule dans l'un des régulateurs des pompes alimentaires.

Il existe deux robinets d'extraction, l'un dit extraction de fond est placé à tribord à la partie inférieure de la face avant de la chaudière et se manœuvre au moyen d'une tringle munie d'une poignée ; l'autre, dit extraction de surface, est placé à la hauteur du niveau normal de la chaudière et se manœuvre directement par une clef qui est à la portée de la main des chauffeurs.

Ces deux extractions ont un tuyau commun qui débouche au-dessous de la flottaison ; ce tuyau est muni d'un robinet et d'une soupape de retenue. Avant de faire extraction, il faut avoir soin d'ouvrir ce robinet qui se trouve placé contre la coque du torpilleur.

Les niveaux d'eau, au nombre de deux, sont des tubes de niveau ordinaires, munis d'un masque, afin que si les tubes viennent à se casser, les éclats ne viennent pas atteindre les chauffeurs. Les clefs des robinets sont reliées sur une même tringle, dont la manœuvre peut se faire de la chaufferie, au moyen d'une chaînette fixée à cette tringle; cette chaînette est manœuvrée dans la chaufferie du bord opposé au tube cassé. On peut aussi manœuvrer les robinets par le pont au moyen d'une poignée fixée à l'extrémité de la tringle. Chacun des robinets peut en outre se manœuvrer séparément et on a pratiqué à cet effet dans chacune des tringles une rainure en forme de segment permettant la manœuvre isolée de ces robinets.

Il existe comme dans toutes les autres chaudières 3 robinets jaugés, le robinet inférieur doit toujours donner de l'eau, et se trouve placé à 4 centimètres au-dessus des surfaces de chauffe les plus élevées, le robinet du milieu doit donner de l'eau et de la vapeur; le robinet supérieur de la vapeur.

L'extincteur des feux est placé au-dessus de la porte du fourneau, l'eau est prise directement à la chaudière. Il se compose d'une tubulure en bronze sur laquelle se trouve un robinet intermédiaire qui peut être manœuvré de la chaufferie et directement du pont au moyen

Digitized by Google

d'une tringle verticale; l'extrémité de cette tubulure se termine en forme de buse crépinée disposée de telle façon que l'eau projetée puisse arroser la surface de la grille sans atteindre la plaque de tête des tubes.

Quelques torpilleurs disposent d'un siphon genre Giffard. La prise d'eau se fait à la mer au moyen d'un tuyau sans robinet fixé à la coque. La prise de vapeur a un robinet fixé sur le tuyau de réchauffage des cylindres ou sur le tuyau de vapeur des auxiliaires.

Quel que soit le système, lorsqu'on veut se servir de l'extincteur des feux, on ferme la porte du cendrier et du fourneau et on ouvre la porte d'échappement des gaz; on ouvre à ce moment l'extincteur des feux, l'eau se répand en nappe et il se produit une grande quantité de vapeur qui s'échappe par la cheminée et la cheminée latérale d'échappement des gaz.

Pendant cette opération, on laisse marcher le ventilateur, sans accélérer sa vitesse, car sans cela la vapeur provenant de l'arrosage pourrait envahir la chambre de chauffe et brûler les chauffeurs.

Toutefois cette opération n'est pas sans inconvénient à cause du refroidissement brusque des tôles qui fait jouer les tubes dans leur emmanchement et détermine des fuites par ces tubes, ainsi que par les coutures de la plaque de tête et du foyer; aussi ne doit-on s'en servir qu'à la dernière extrémité, en cas d'avarie à la chaudière, si l'on craint un coup de feu, ou enfin en cas d'abaissement du niveau à la chaudière et encore ne doit-on le faire que sur l'ordre du commandant du torpilleur.

Soupape d'arrêt. — La soupape d'arrêt se manœuvre de la chaufferie. Elle est placée sur le coffre à vapeur et le volant se trouve à la portée de la main; sur quelques torpilleurs elle se manœuvre aussi de la machine au moyen d'un volant fixé à l'extrémité d'un arbre qui traverse la cloison transversale dans un presse-étoupe, elle se manœuvre aussi du pont.

Prise de vapeur des machines auxiliaires. — Cette prise de vapeur se trouve sur la boite des soupapes de sûreté. Elle fournit la vapeur au ventilateur, à la turbine au petit cheval, ou thirion et au turbomoteur pour les torpilleurs munis d'appareils photo-électriques.

Soupapes de sûreté. — Les soupapes de sûreté, au nombre de deux, se manœuvrent de la chaufferie au moyen d'un petit volant ou d'un disque molleté, et du pont au moyen d'un volant; le tuyau d'échappement qui débouche sur la carapace du pont est terminé par une calotte ou un capuchon afin d'empêcher l'eau de la mer de pénétrer dans le tuyau.

Prise de vapeur des éjecteurs. — Cette prise de vapeur se trouve ordinairement sur le côté du coffre à vapeur; la manœuvre se fait au

Digitized by Google

moyen d'un volant, le tuyau de vapeur des éjecteurs traverse tous les compartiments et chacun de ces compartiments possède un éjecteur.

Prise de vapeur du sifflet. — Cette prise de vapeur se trouve sur la chaudière même, la fermeture s'obtient au moyen d'un robinet.

Prise de vapeur des manomètres. — Cette prise de vapeur est située à côté de celle du sifflet, la fermeture se fait au moyen d'un robinet. Le tuyau possède un embranchement pour le manomètre du kiosque du commandant, l'autre manomètre est placé dans la chaufferie.

DISPOSITION DES FORGES ET CHANTIERS DE LA MÉDITERRANÉE EMPLOYÉE SUR « LA BOMBE »

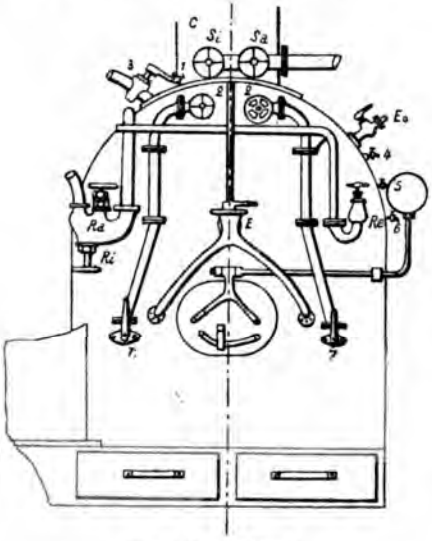


Fig. 137. — Vue 1.

Sa, soupape d'arrêt.
, soupape intermédiaire
coffre à vapeur.
prise de vapeur du manomètre.
, prise de vapeur des niveaux.
prise de vapeur Thirion.
1, régulateur alimentaire.
Ri, régulateur intermédiaire.
Re, régulateur machines auxiliaires.
E, extincteur.
4, 5, 6, robinets jauges.
Eo, extraction de surface.
7, prise d'eau du niveau.
Pompe alimentaire, Thirion.

Dans ce genre de chaudières, le foyer est protégé par des briques réfractaires. L'autel se continue à la partie supérieure par une voûte

Digitized by Google

VUE 2.
Coupe longitudinale.

VUE 3.
Coupe transversale par le foyer.

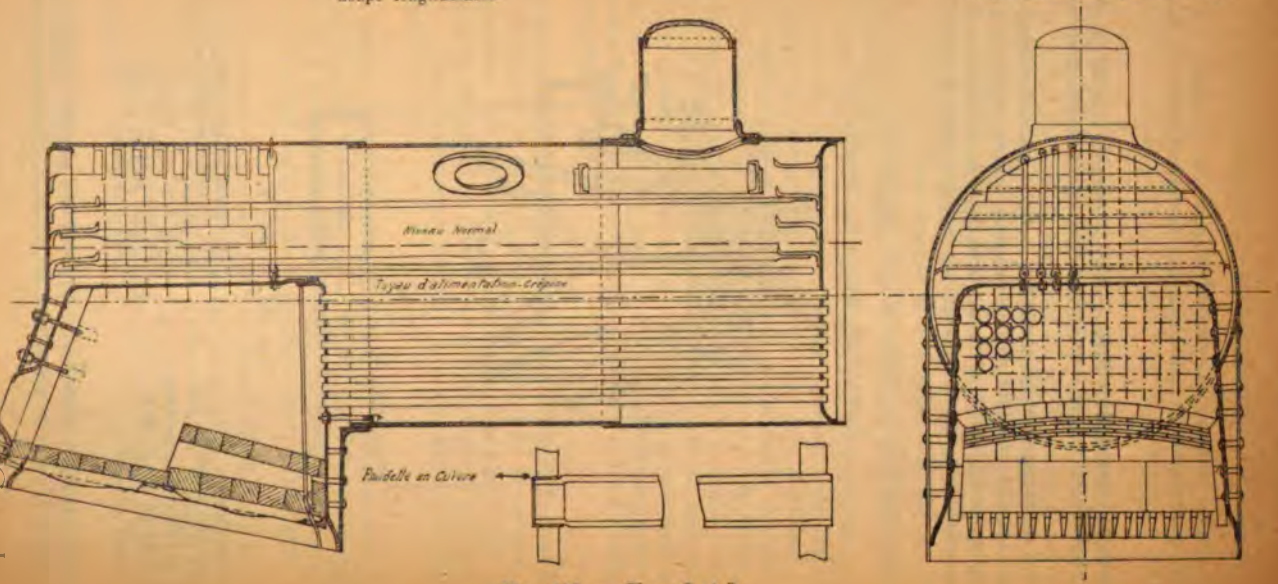


Fig. 137. — Vues 2 et 3.

Digitized by Google

qui force les gaz à s'infléchir et à brûler plus complètement avant leur entrée dans les tubes. Ce dispositif supprime en grande partie les nids d'hirondelles (fig. 137).

3° GENRE NORMAND
(Fig. 138.)

Normand et Cie modifièrent avantageusement les foyers des chaudières type locomotive. La chaudière modifiée comporte une petite chambre de combustion où les gaz achèvent de brûler avant leur passage dans les tubes. La voûte supérieure de cette petite chambre de combustion a la forme d'un V et force les gaz à se courber, à se lami-

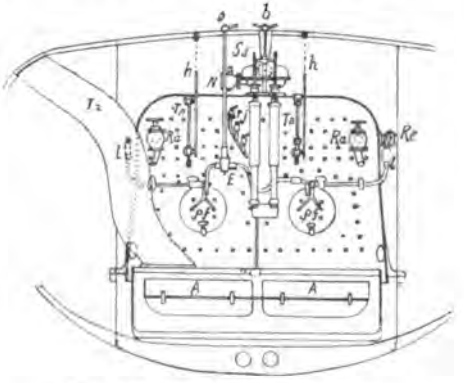


Fig. 138, vue 1. — Vue de face.

ner entre elle et l'autel. Ce système est bon surtout au point de vue d'une grande augmentation de l'élasticité du foyer (fig. 138, vue 2.)

4° DISPOSITION D'INDRET TYPE « OURAGAN »
(Fig. 139.)

Dans cette disposition Indret accouple deux chaudières de façon que les deux plaques de tête du côté du foyer soient sur un même lan.

Sur l'*Audacieux*, on a protégé les parois du foyer par des parties fractaires, formées de briques et d'argile.

Ce dispositif supprime les ébullitions excessivement fortes qui se roduisaient dans ce type de chaudières.

La lame d'eau des côtés du foyer étant très mince et près des flames, se chauffait davantage que le reste de la chaudière et il arrivait ors que l'eau était soulevée par la vapeur formée.

Digitized by Google

Ss, soupape de sûreté.
o, tringle de manœuvre des soupapes de sûreté.
Cv, coffre à vapeur.
Pv, tuyau de prise de vapeur.
p, porte de visite du coffre à vapeur.
Tm, tringle de manœuvre de la soupape d'arrêt SA.
F, foyer.
t, tirants, armatures de la chaudière.
e, entretoises.
p', plaques de tête des tirants.
a, autel.
g, grilles.
c, cendrier.
tv, tubes.
Ra, régulateurs d'alimentation.
rj, robinets jauges.
pf, portes du foyer.

B, porte se manœuvrant du pont, de la chaufferie et de la chambre de chauffe
l, leviers de manœuvre des portes du foyer.
Tz, tube de dégagement des gaz.
o, tringle de manœuvre de l'extincteur.
E, robinet de prise de vapeur de l'extincteur.
Tn, tubes de niveau.
n, tringle de manœuvre des tubes de niveau.
A, volets du cendrier avec tringle de manœuvre.
Re, robinet d'extraction de surface.
Cv, robinet de vidange.
Ch, cheminée.
K, porte de ramonage de la cheminée.
L, boîte à escarbilles.
N, prise de vapeur du sifflet et du tirage forcé.

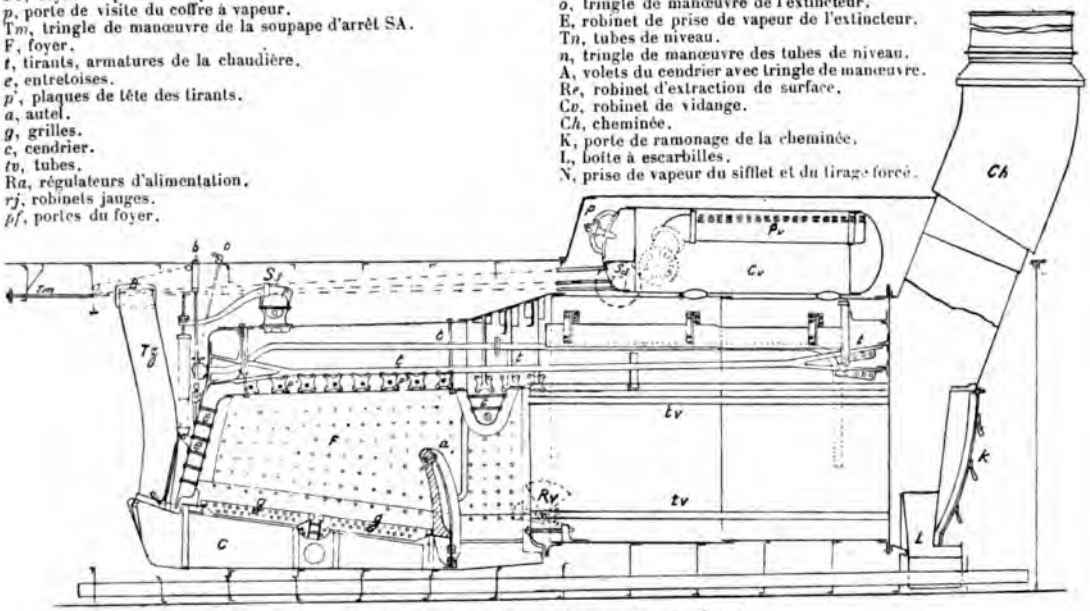
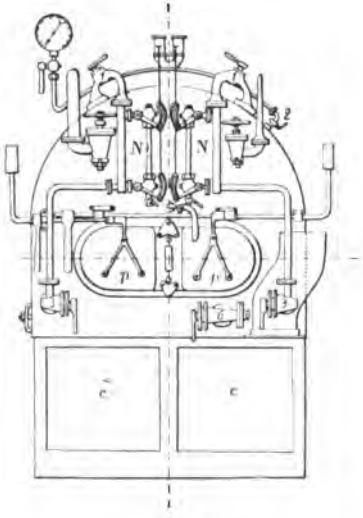


Fig. 138, vue 2. — Coupe longitudinale.

Digitized by Google

VUE 1.



VUE 2.

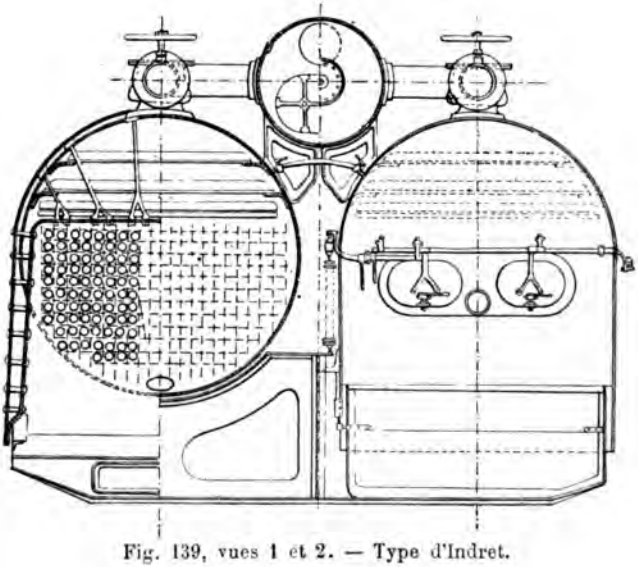


Fig. 139, vues 1 et 2. — Type d'Indret.

Digitized by Google

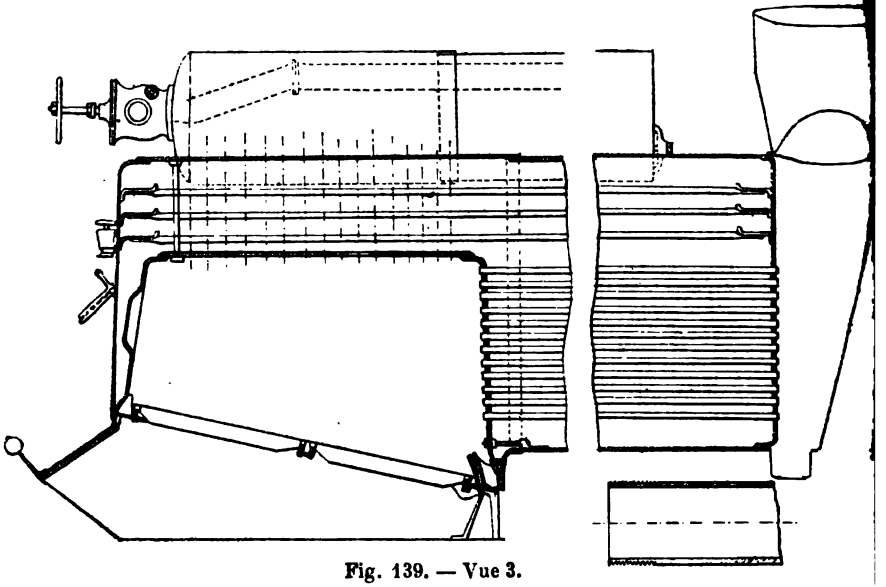


Fig. 139. — Vue 3.

Sc, soupape de communication du coffre à vapeur.
C, coffre à vapeur.
Sa, tuyau de vapeur et soupape d'arrêt.
Ss, soupape de sûreté.
P, porte du fourneau.
L, levier de manœuvre de la porte de fourneau.
TT, tubes de niveau.
NN, colonnes de niveau.
MM, tringles de manœuvre des niveaux d'eau.
RR', régulateur d'alimentation.
M, manomètre.
g, g, grilles.
A, autel en fonte.
1, robinet de prise de vapeur des colonnes de niveau.
2, prise de vapeur du manomètre.
3, 3, prise d'eau des colonnes de niveau.
5, robinet extincteur.
6, robinet de vidange de la chaudière à la cale.
c, c, cendriers.
Pv, porte de visite du coffre à vapeur.
p, porte de nettoyage.

Dimensions :

	PAR CORPS	TOTAL
Timbre	10 kilogr.	»
Surface de grille	2m²,4840	4m²,7680
— de chauffe directe	7m²,26	14m²,52
— — tubulaire	117m²,70	235m²,40
— — totale	124m²,96	249m²,92
Rapport à la surface de grille	124,962 / 484	50,3
Section des tubes non bagués	0m²,3224	0m²,6448
— bagués	0m²,2280	0m²,4560
Rapport à la surface de grille	0,228 / 8.484	0,0918
Section de la cheminée	0m²,4380	0m²,8760
Rapport à la surface de grille	0,438 / 2.484	0,176
Section d'ouverture du cendrier	0m²,414	0m²,828
Volume d'eau	3m³,500	7m³,000
— de vapeur de la chaudière	2m³,100	4m³,200
— — du réservoir	»	1m³,420
Total	»	5m³,620
Nombre de tubes de 36/40 de diamètre	103	206
— de 38/42 —	106	212
— de 40/44 —	77	154
Nombre total de tubes	286	572

Digitized by Google

5° DISPOSITIONS DES FORGES ET CHANTIERS EMPLOYÉES SUR L'« AUDACIEUX »

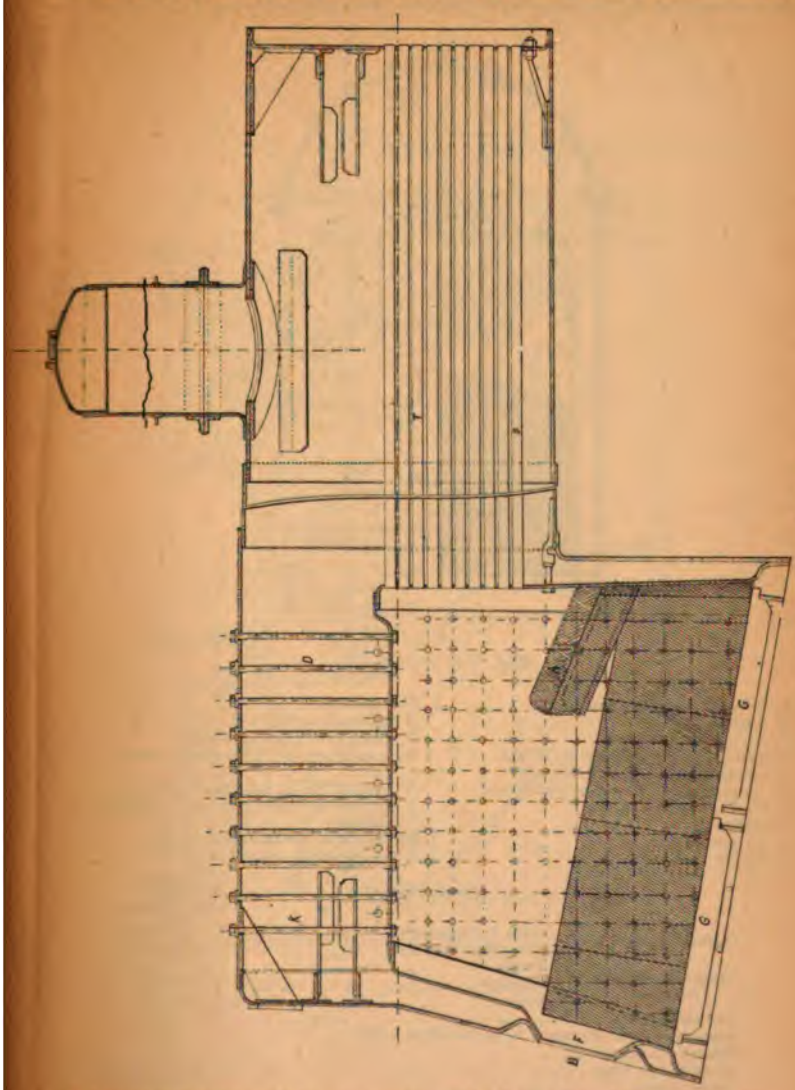


Fig. 140. — Vue 1.

L'appareil évaporatoire se compose de deux chaudières accouplées dans la même chaufferie. Les dispositions sont représentées par les

Digitized by Google

figures 140 (vues 1, 2, 3). Les lames d'eau entre les foyers et le contour extérieur de la chaudière étaient trop étroites, on a été obligé

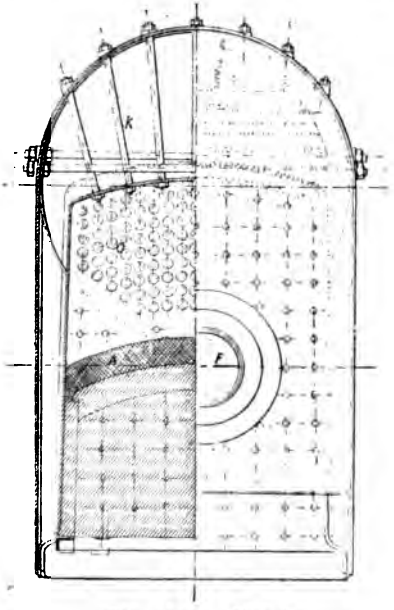


Fig. 140. — Vue 2.

A, voûte en briques réfractaires.
B, extincteurs.
C, extracteurs de surface.
D, manœuvre des soupapes de sûreté.
E, refoulement des petits chevaux.
E', refoulement de la pompe alimentaire.
F, foyers.
G, grilles.
J, robinets jauges.
K, tirants.
M, manomètres.
N, tubes de niveau.
O, tubes avec fil de Caraman.
R, manœuvre, de la chaufferie, de l'extincteur.
R', manœuvre, du pont, de l'extincteur.
T, tringle de manœuvre des robinets de niveau.
ES, soupapes de sûreté.
S', soupapes d'arrêt.

Dimensions :

		POUR UN CORPS
Surface de grille	avant le briquetage	1m²,9080
	après le briquetage	1m²,6880
Surface de chauffe mouillée	directe	7m²,80
	tubulaire	80m²,03
	totale	87m².83
Section tubulaire		0m²,17
Rapport de cette section à la surface de la grille		0,101
Nombre de tubes		150
Diamètre des tubes		40mm,5 × 15
Volume d'eau		2m³,925
Volume de vapeur, total		2m³,087
Surface d'évaporation		6m²,400
Timbre		12 kilogr.

Digitized by Google

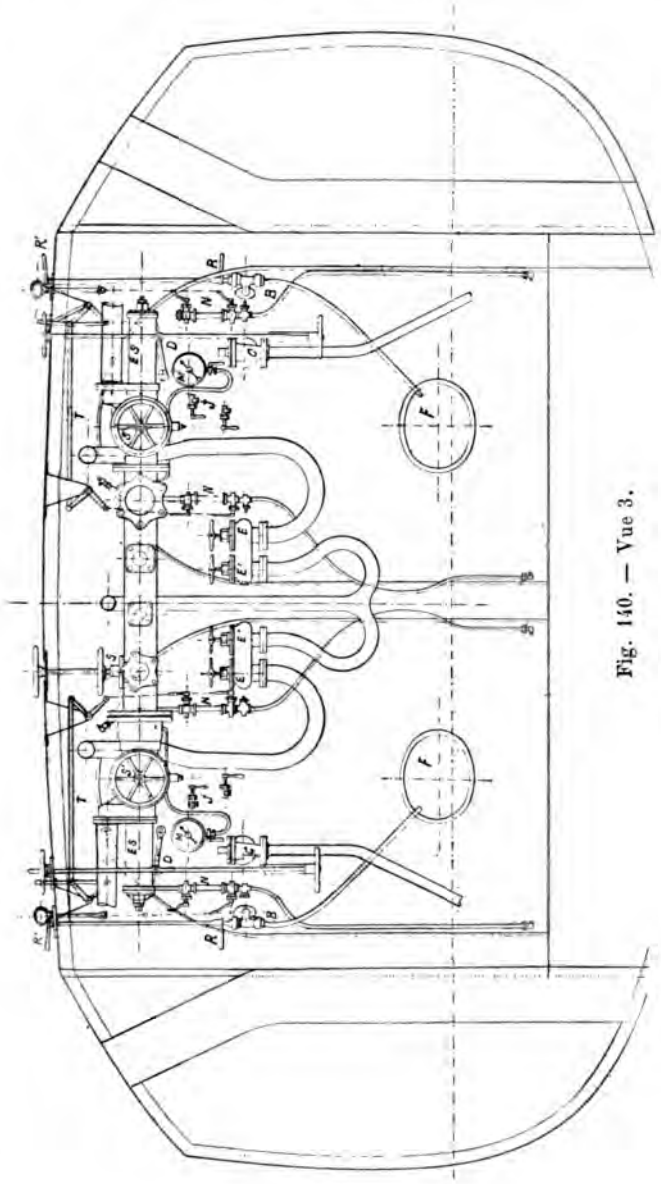


Fig. 140. — Vue 3.

Digitized by Google

d'établir des maçonneries dans les foyers afin de diminuer la transmission de la chaleur en ces parties et diminuer les entrainements d'eau et éviter surtout les chambres de vapeur qui se produisaient en ces endroits.

Ces modifications ont été apportées pendant les essais officiels.

CHAUDIÈRES DE TORPILLEURS, MULTITUBULAIRES

Les chaudières multitubulaires employées sur les torpilleurs comprennent :

1° Les chaudières Oriolle.
2° — Dutemple,
3° — Normand.
4° — Dutemple-Normand.
5° — Tornycroft.
6° — Petit et Godard.
7° — Trépardoux.
8° — Babillot.
9° — Yarrow.
10° — Normand.

1° Chaudière Oriolle « Turco »
(Fig. 141.)

Premier type. — La chaudière multitubulaire système Oriolle se compose de deux lames d'eau fermées à leurs extrémités inférieures par des fers en U et sur les faces intérieures sont rivés les tubes générateurs. L'eau est à l'intérieur de ces tubes et la flamme à l'extérieur. La lame d'eau de la face AR est seule en communication à sa partie supérieure avec un cylindre auxiliaire servant de réservoir de vapeur. La partie supérieure du faisceau est recouverte d'une tôle, chicane, percée d'orifices rectangulaires sur lesquels viennent s'appliquer des plaques de tôle manœuvrées par une tringle (fig. 141, vue 5). On les ferme plus ou moins, selon l'énergie de la chauffe. La manœuvre de ces chicanes est plus ou moins possible; elles se gondolent, et dans cet état il est bien difficile d'en faire usage. Cet emploi paraît donc très aléatoire.

Sur la face avant se trouvent placés les organes indicateurs du niveau d'eau. Comme dans les chaudières Lagraffel le foyer se trouve environné par les tubes générateurs, et la flamme circule autour de ces derniers avant de se rendre dans la cheminée.

Les mêmes difficultés que l'on rencontre dans les chaudières Lagraffel pour la confection des joints des autoclaves se présentent dans ce type de chaudières; le remplacement d'un tube est un travail assez délicat; on peut détériorer la plaque de tête en le dégageant et rendre alors

Digitized by Google

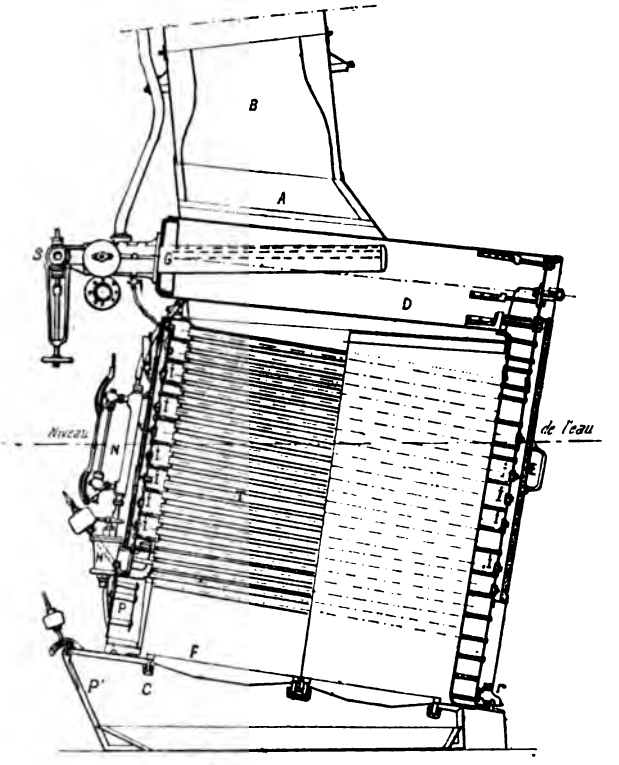


Fig. 141. — Vue 1.

A, conduits de fumée.
B, cheminée.
C, cendrier.
D, coffre à vapeur.
E, portes-écrans latérales.
F, fourneau.
G, pipe de prise de vapeur.
H, H, alimentation.
T, tubes en acier doux.
r, robinet de vidange.
r' robinet d'extraction.
, trous de regard en mica pour observer la combustion dans le faisceau tubulaire.
L, L, lames d'eau.
P, portes des fourneaux, équilibrées.
P' portes des cendriers, équilibrées.
S, soupape d'arrêt.
S', soupapes de sûreté.
O, portes-autoclaves des lames d'eau, placées par côtés.
O' portes-autoclaves des lames d'eau, placées sur la façade.
K, tuyau de vapeur de la machine principale.
N, montures de niveau.

DONNÉES POUR LE TYPE « TURCO » ET « ZOUAVE »

Timbre	14 kil.	Surface de chauffe des plaques	3m²,90
Nombre de tubes	332	— — totale	101m²,81
Longueur des tubes entre plaques	1m,700	Surface de grille	2m²,92
Diamètre des tubes	50/55 mm.	Volume d'eau	1m³,400
Surface de chauffe tubulaire	97m²,91	Volume de vapeur	0m³,730

Digitized by Google

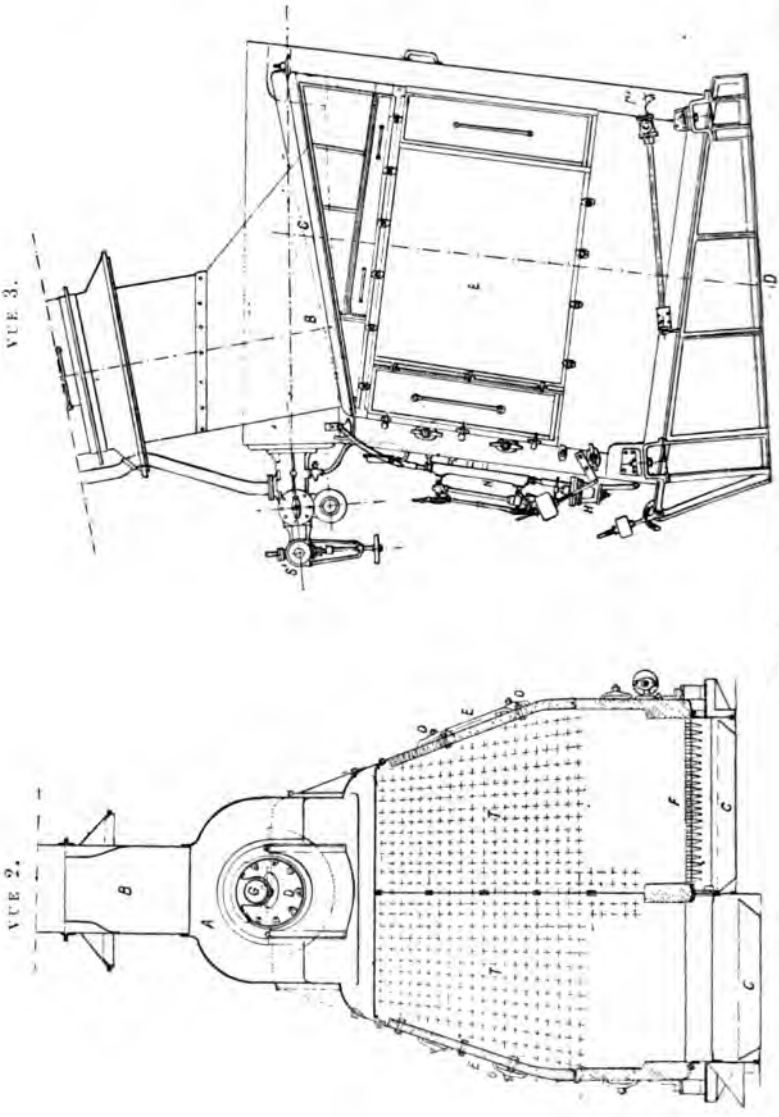


Fig. 111. — Vues 2 et 3.

Digitized by Google

l'étanchéité du nouveau très douteuse. En cas de fuite il faut les tamponner à l'aide de deux tampons réunis par une tringle articulée comme dans le système Lagraffel. Le ramonage, avec cet enchevêtrement de tubes, est toujours fait d'une manière imparfaite et demande

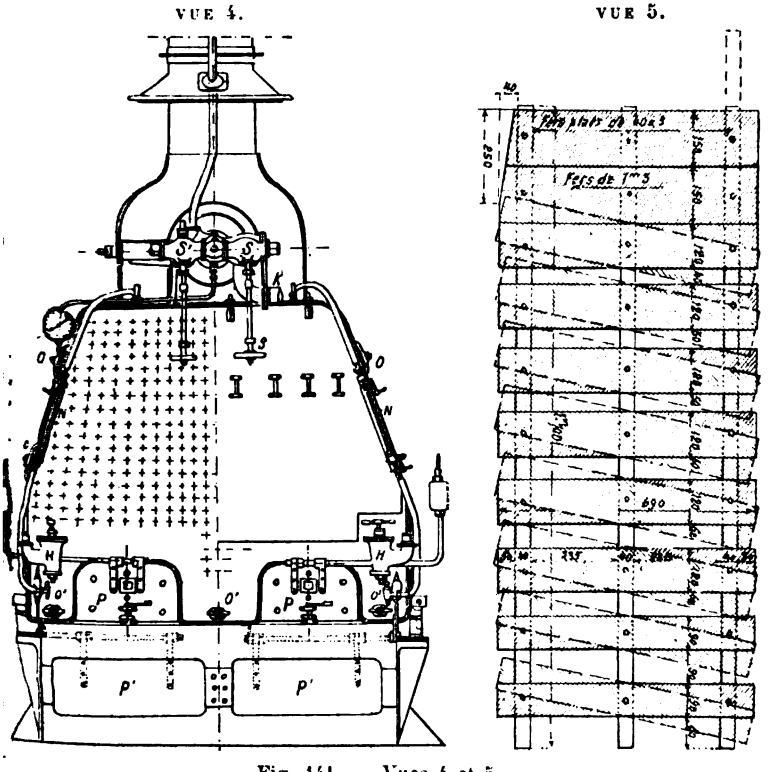


Fig. 141. — Vues 4 et 5.

du temps. Comme sur les chaudières Lagraffel, au bout de huit ou dix jours de marche, il faut pratiquer un ramonage complet.

SALVE

Deuxième type (fig. 142). — Dans les nouvelles chaudières de ce type, le constructeur a établi la communication des deux lames d'eau avec le collecteur supérieur servant de réservoir de vapeur et sur lequel sont placés tous les organes de distribution de vapeur et les soupapes de sûreté. Cette modification apportée dans la communication des lames

Digitized by Google

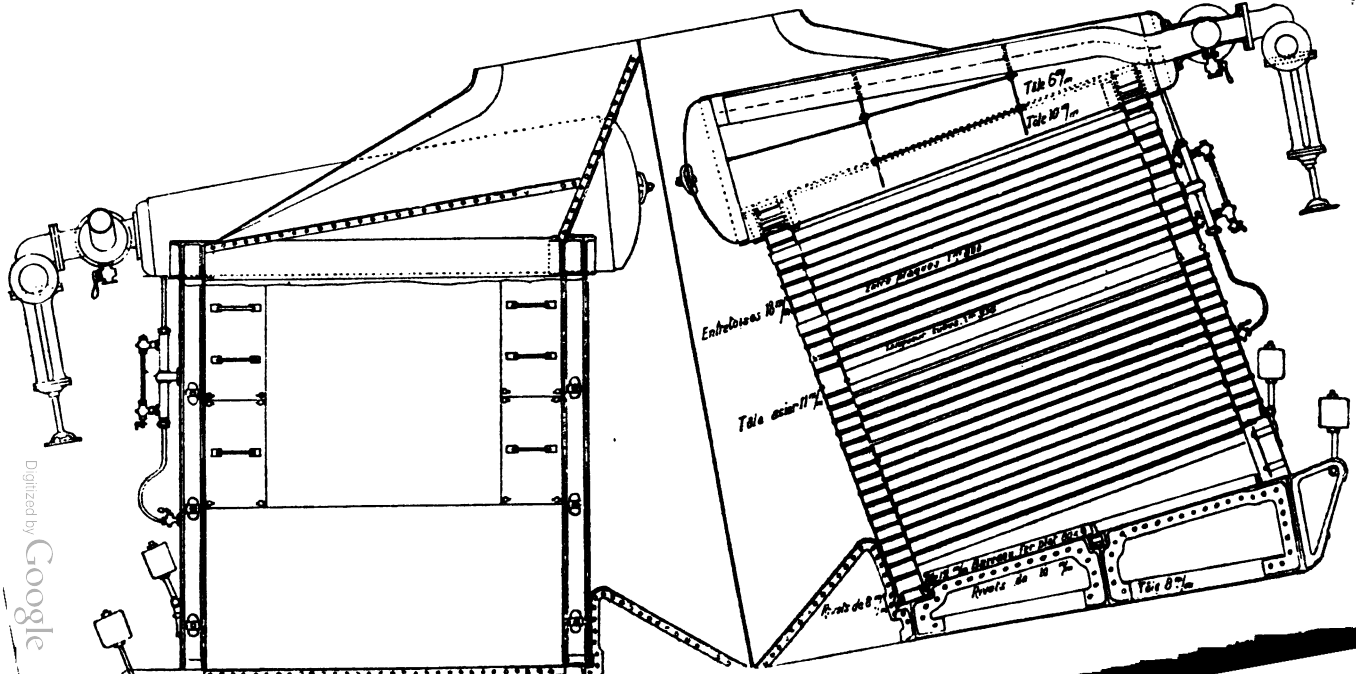


Fig. 142.

Digitized by Google

d'eau avec le coffre à vapeur est très utile; car avec l'ancienne disposition, la vapeur formée était obligée de revenir sur ses pas avant de se rendre dans le réservoir.

Les tubes sont fortement inclinés, il résulte de cette disposition que des tubes, à partir du niveau normal ont de l'eau dans une certaine partie de leur longueur et de la vapeur seule à leur extrémité du côté de la face du foyer; ces tubes ont donc une température différente sur leur longueur, ce qui donne lieu à une certaine fatigue et à des corrosions assez rapides. Leur étanchéité est assez difficile à obtenir et leur durée est très limitée. Ces chaudières, qui ont beaucoup d'analogie avec les chaudières Lagraffel, sont inférieures à ces dernières par l'absence d'une chambre de combustion et par la mauvaise répartition de l'air sur la grille. Les deux foyers sont indépendants l'un de l'autre par les tubes qui les séparent. Ce nouveau type de chaudières est employé sur la *Salve*. Leur seul avantage sur les chaudières Lagraffel est d'être indépendantes et de pouvoir fonctionner isolément.

2° CHAUDIÈRES DUTEMPLE

(Fig. 143.)

Cette chaudière multitubulaire est formée par une enveloppe en tôle légère, facilement démontable et garantie de briques réfractaires fixées à l'aide de cornières rivetées à sa partie inférieure; elle porte le foyer et le cendrier. Au-dessus du foyer, et aussi haut qu'il est possible de le placer, est le faisceau tubulaire générateur de la vapeur. Ce faisceau tubulaire est ainsi disposé :

Trois collecteurs, dont deux à section carrée, sont placés à la partie inférieure et de chaque côté du foyer; le troisième de forme cylindrique placé à la partie supérieure de la chaudière et au milieu du faisceau. Sur ces collecteurs sont fixés les tubes générateurs en acier étiré et sans soudure, taraudés à leurs extrémités où à chacune desquelles on a vissé à force une virole conique en bronze terminée par une base polygonale sur laquelle on emboîte la clef qui sert à la fixer sur le tube. Ces tubes, qui ont la forme d'un serpentin, sont introduits dans des trous, de même forme que la virole, percés dans les collecteurs inférieur et supérieur; on les rend étanches en serrant à force leurs extrémités par des écrous intérieurs dans les collecteurs.

L'alimentation se fait par un tuyau de refoulement traversant haque collecteur latéral; ce tuyau porte sur sa longueur des ouvertures circulaires de l'épaisseur d'un trait de scie, en regard des ouvertures de chaque groupe de tubes, ce qui facilite l'entrée de l'eau et circulation dans les tubes qui restent toujours pleins. Le retour ou culation d'eau entre le collecteur supérieur et les collecteurs latéaux se fait par des tubulures placées à l'avant et à l'arrière de la

Digitized by Google

chaudière. Les tubulures de l'arrière portent le robinet de vidange par lequel on fait aussi extraction en marche, s'il est nécessaire. Dans les

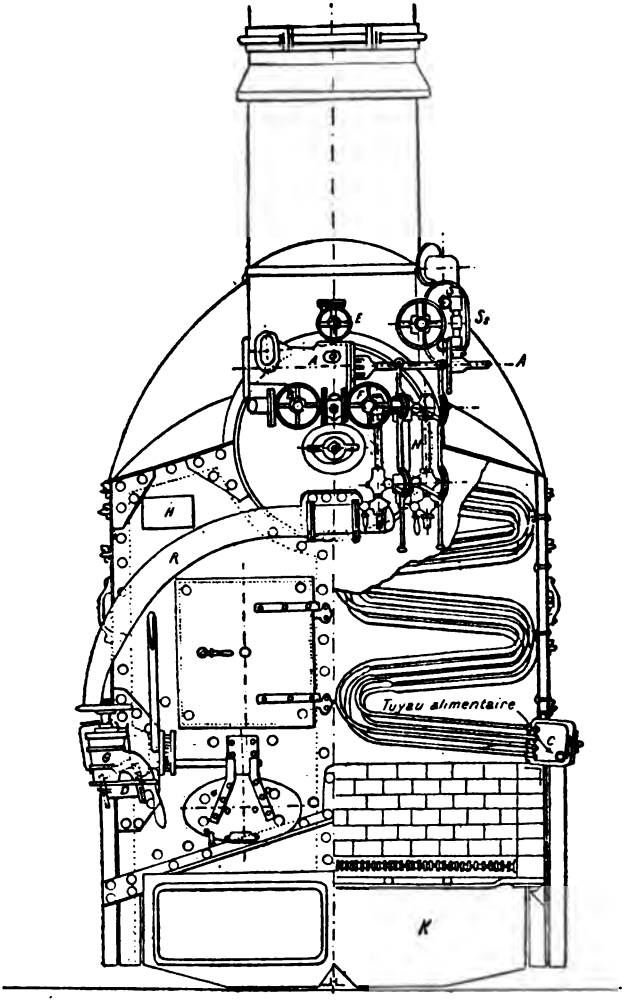


Fig. 143, vue 1. — *Grenadier.*

nouvelles chaudières de ce type, destinées aux torpilleurs type *Grenadier*, le fourneau est muni de deux portes de chargement que l'on

Digitized by Google

Fig. 143. vue 2. — Chaudière Dutemple du *Grenadier*.

Légende de la vue 1 et de la vue 2.

A, soupape d'arrêt.
B, prise de vapeur des auxiliaires.
C, collecteurs inférieurs.
D, robinets d'extraction.
E, prise de vapeur des éjecteurs AV.
F, prise de vapeur des éjecteurs AR.
G, régulateurs alimentaires.
H, portes de ramonage.
K, cendrier.
N, colonne de niveau d'eau.
P, portes de visite des collecteurs inférieurs.
R, retour d'eau.
S*s*, soupapes de sûreté.

Dimensions :

Surface de grille	$3^{m^2},78$
Surface de chauffe	$124^{m^2},50$
Volume d'eau	750 lit.
Volume de vapeur	950 —
Nombre de tubes (acier)	436
Longueur moyenne des tubes	$4^m,16$
Diamètres de la partie forte	24/19
Diamètres de la partie rétreinte	19/14
Poids de la chaudière	7800 kg.
Pression d'eau	20 —
Production de vapeur à l'heure	7800 —
Consommation de charbon à l'heure	880 —

Baudry et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

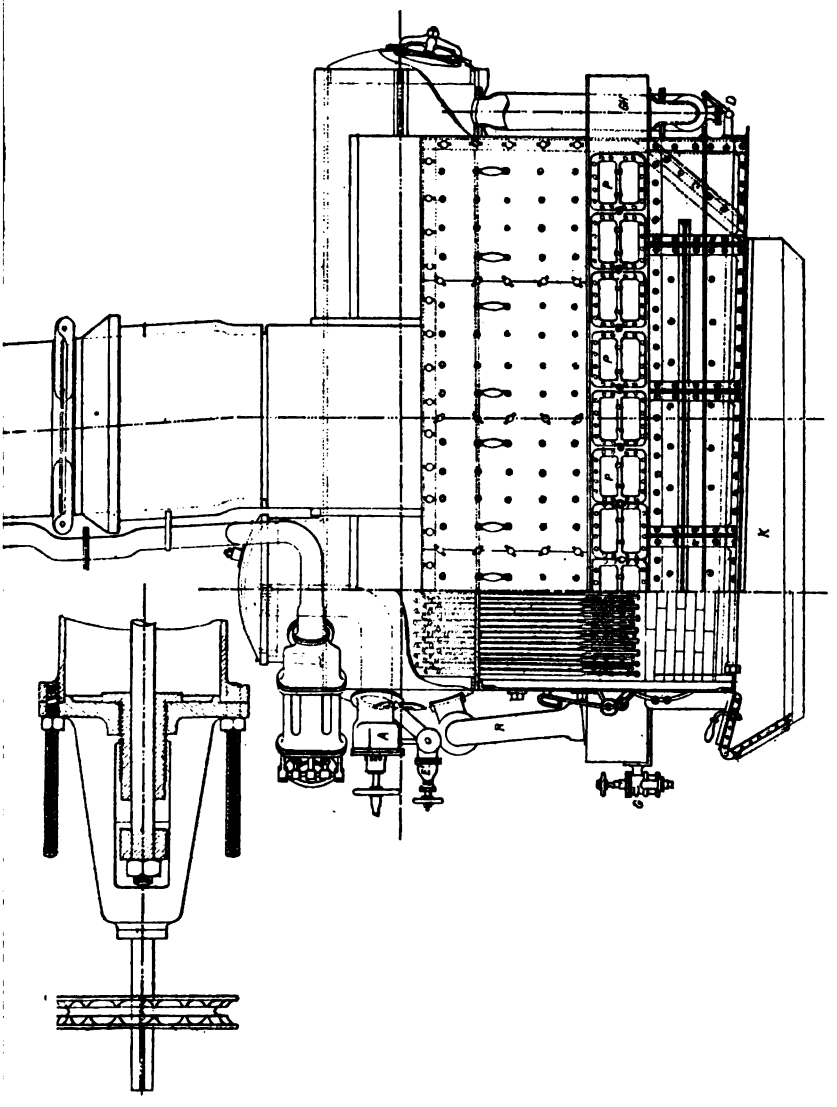


Fig. 144, vue 1. — Chaudière Dutemple du *Lancier*.

Digitized by Google

ouvre à l'aide d'un levier portant un secteur denté engrenant avec un autre secteur fixé sur chacune des portes. Sur la face avant de la chau-

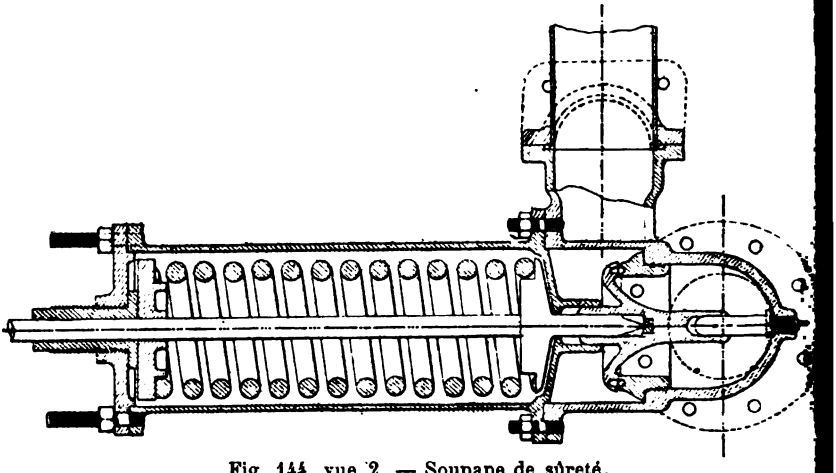


Fig. 144, vue 2. — Soupape de sûreté.

A, soupape d'arrêt.
E, prise de vapeur des auxiliaires.
CH, collecteur inférieur.
D, robinet d'extraction.
B, prise de vapeur des éjecteurs AV, avant.
E' prise de vapeur des éjecteurs AR, arrière.
G, régulateur alimentaire.
I, porte de ramonage.
K, cendrier.
N, colonne de niveau d'eau.
P, portes de visite des collecteurs inf. GH.
R, retour d'eau.
Sz, soupape de sûreté.
p, portes du faisceau tubulaire.
z, z, plaques de zinc.
Sa, soupape d'arrêt.
s, collier en fer supportant une extrémité de la tringle et prenant sur la pipe de vapeur.
s', traverse en fer plat chantourné supportant l'autre extrémité de la tringle et reposant par son poids sur le collecteur.

Dimensions :

Surface de grille	4m²,08
Surface de chauffe mouillée	122m²,83
Surface de chauffe chauffée	160 mq.
Volume d'eau	1 500 lit.
Volume de vapeur	1 500 —
Nombre de tubes	872
Longueur moyenne des tubes	2m,62
Diamètre de la partie rétreinte, extérieure	19 mm.
Diamètre de la partie à gros diamètre extérieure	24 —
Diamètre de la partie rétreinte, intérieure	14 —
Diamètre de la partie à gros diamètre intérieure	19 mm.
Longueur de la chaudière	2m,90
Largeur de la chaudière	2m,18
Hauteur du dessus du collecteur jusqu'au plancher	2m,53
Poids approximatif	17 000 kg.
Pression d'essai	20 —
Production de vapeur à l'heure	7 500 lit.
Consommation de charbon à l'heure	1 000 kg

dière et au-dessus du faisceau tubulaire se trouvent des portes d regard par lesquelles on peut voir la direction des flammes et leu couleur; à la partie supérieure du faisceau tubulaire il existe de écrans mobiles en tôle que l'on manœuvre à l'aide d'une tringle e

Digitized by Google

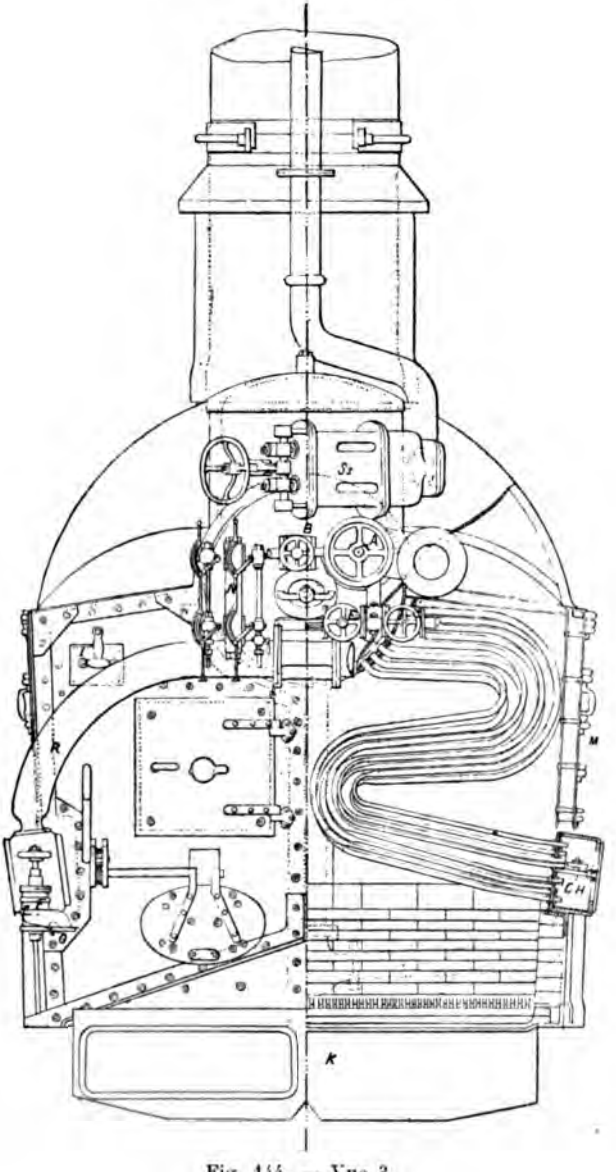


Fig. 114. — Vue 3.

Digitized by Google

qui permettent de changer la direction des flammes et à diminuer la section de leur passage.

La surface des grilles est composée de rangées de grilles disposées bout à bout; l'épaisseur de chacune est de 8 millimètres et l'espace libre entre deux grilles a également 8 millimètres, c'est-à-dire que la surface pleine est égale à la surface vide.

Les soupapes de sûreté dont la nouvelle position est horizontale se

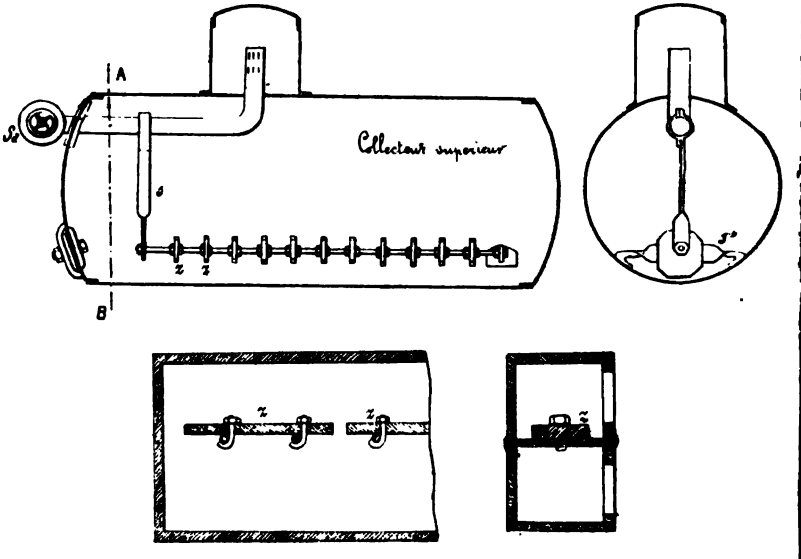


Fig. 144, vue 4. — Disposition des plaques de zinc.

manœuvrent seulement de la chaufferie à l'aide d'un volant; la soupape d'arrêt se manœuvre de la machine et de la chaufferie.

Les avantages précieux de ces chaudières consistent dans la promptitude de leur mise en pression, dans la facilité d'opérer leur montage et leurs réparations, dans leur pression élevée; dans la sécurité qu'elles donnent, les avaries ne peuvent jamais être graves, quelques tubes peuvent se déchirer, mais les gaz et la vapeur se dégagent directement par la cheminée; les entraînements d'eau sont rares; elles sont faciles à conduire.

Leurs inconvénients consistent dans la variation de la pression, si on néglige soit la chauffe, soit l'alimentation.

Voir les dernières modifications sur les figures suivantes. Dans les premières chaudières construites par M. Dutemple, les tubes étaient à 4 plis, tel est le type du *Grenadier*. Avec cette disposition des tubes,

Digitized by Google

leur inclinaison était très faible, le diamètre de la partie restreinte du

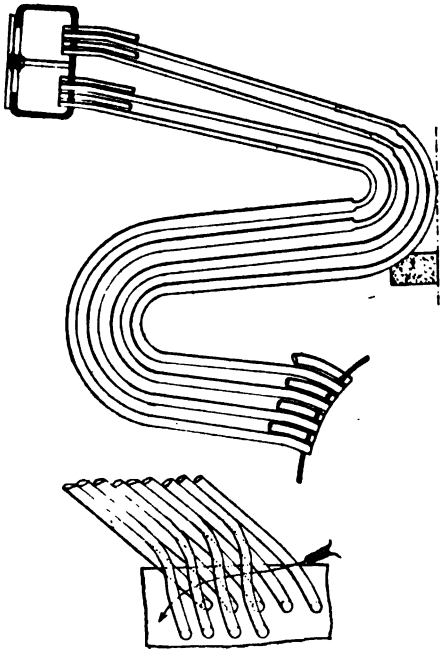


Fig. 144, vue 5. — Disposition des tubes du *Lancier*.

premier pli était petit, ils débouchaient presque à la partie inférieure

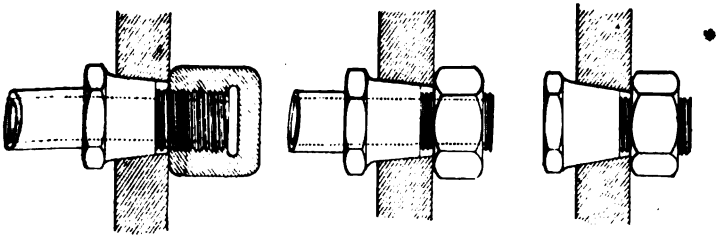


Fig. 144, vue 6. — Tamponnement des tubes.

s collecteurs inférieurs ; ils étaient donc susceptibles de s'obstruer r la présence de corps étrangers, tels que petites boules de graisse

Digitized by Google

mélangées à de l'oxyde de fer; ils pouvaient même être tapissées de corps gras, ce qui diminuait leur conductibilité et dans ces conditions

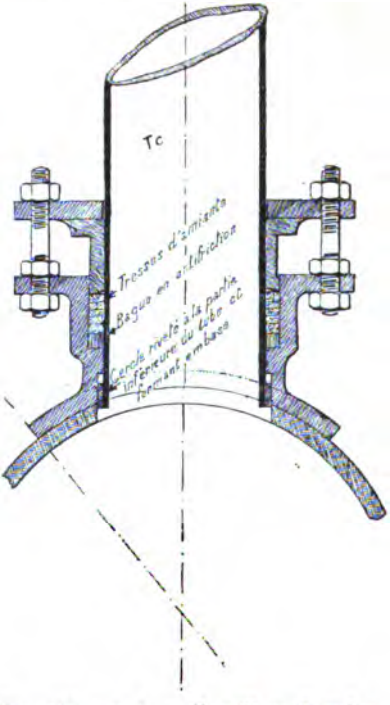


Fig. 145, vue 1. — Torpilleur *Spanker*.

Cette figure indique le mode d'assemblage du collecteur supérieur avec les collecteurs inférieurs, par les tubes de retour face avant de la chaudière.

P, prise de vapeur générale.
A, prise de vapeur des machines auxiliaires.
E, prise de vapeur des éjecteurs.
F, prise de vapeur pour l'extinction du feu.
S, boîte renfermant les soupapes de sûreté.
T, tubes de niveau d'eau.
R, R, régulateurs d'alimentation pour les pompes alimentaires et par le petit cheval.
V, robinet d'extraction et de vidange.
B, B, portes de visite et de ramonage.
p, portes du fourneau.
p, portes du cendrier.

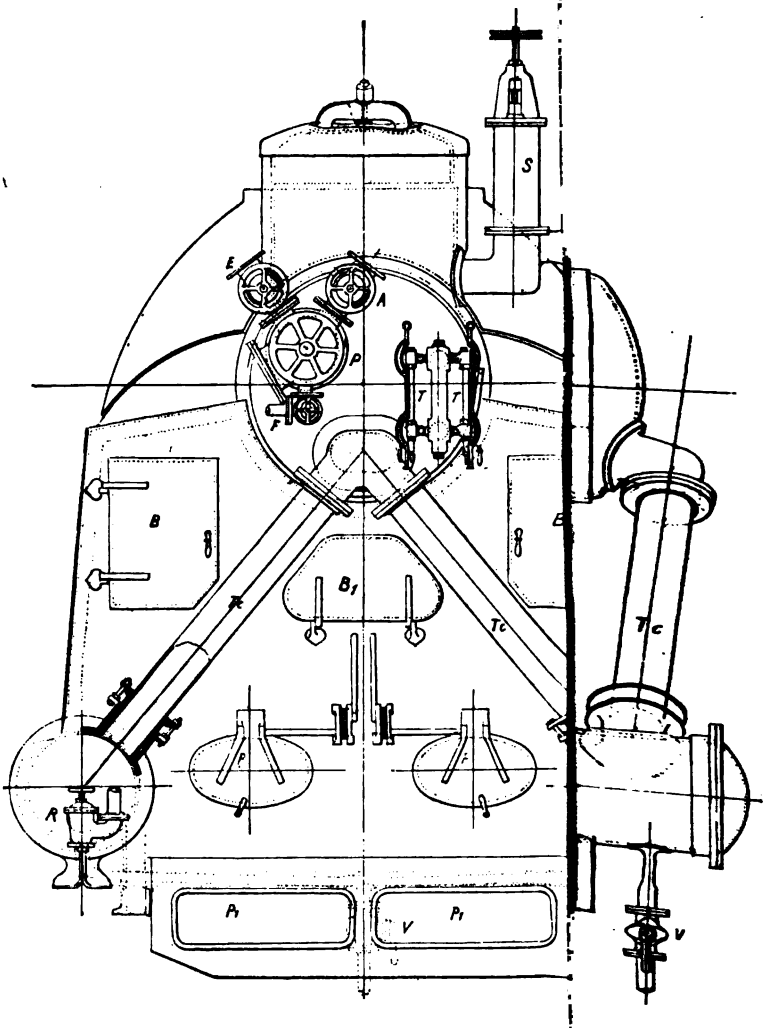
Dimensions :

Surface de chauffe	187 mq.	Volume d'eau	3 000 lit.
Surface de grille	4m²,08	Volume de vapeur	1 520 —
Nombre de tubes	736	Poids sans eau	12 000 kil.
Diamètres des tubes	30/25 et 25/20	Poids avec eau	15 000 —
Longueur moyenne d'un tube	2m,8375	Timbre	11 —

ils s'échauffaient au point de rougir, et par cette température élevée une ampoule se formait et souvent il en résultait une crevasse.

Digitized by Google

Digitized by Google



Page 233.

Digitized by Google

Ce type de chaudières exigeait donc un très grand soin de propreté ; il fallait en service renouveler souvent l'eau ; faire des extractions énergiques en arrivant au mouillage pour chasser les corps étrangers,

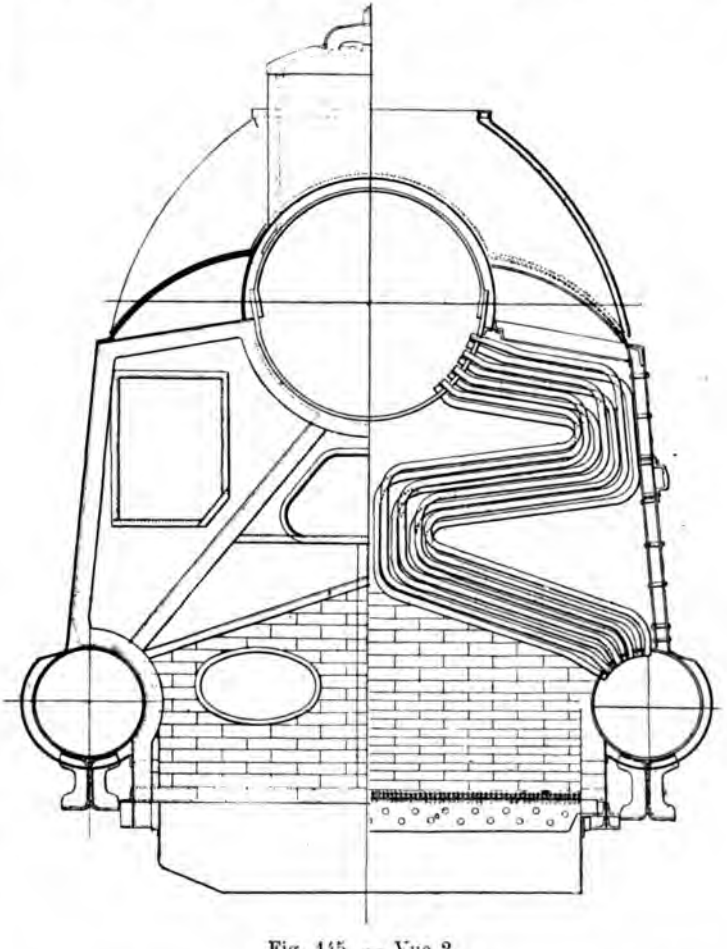


Fig. 145. — Vue 2.

t ouvrir les collecteurs pour les nettoyer et faire circuler un jet d'eau lans chaque tube.

Pour obvier à ces inconvénients qui rendaient l'emploi des chaudières Dutemple délicat, et peu sûr avec un personnel insuffisamment

Digitized by Google

habitué à leur conduite, le constructeur réduisit à deux le nombre de plis des tubes, chaudières, type *Lancier* (fig. 144, vues 1 et 3), aug-

PROJET DU PORT DE TOULON

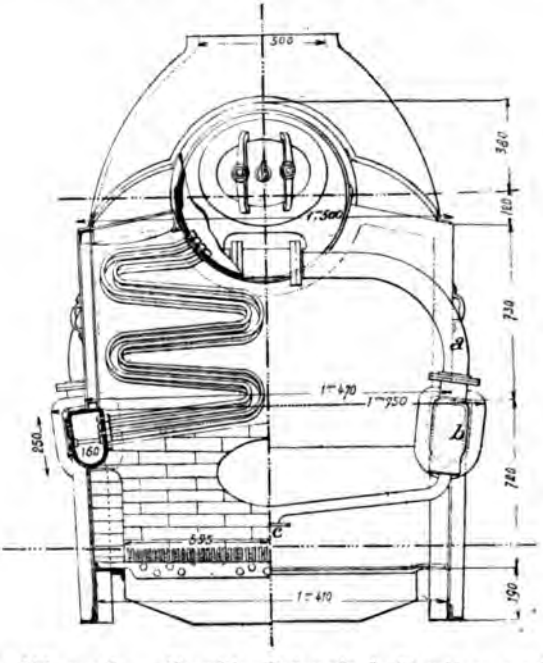


Fig. 146, vue 1. — Chaudière Dutemple de 84 mètres carrés de surface de chauffe.

a, tuyau de retour d'eau en cuivre rouge.
b, déjecteurs en bronze.
c, robinet de vidange.
d, régulateurs d'alimentation.
e, trou d'homme de 280/360.
f, cornière de 60/60.
g, fer à T de 100/60.

Dimensions :

Surface de chauffe	84m²,50	Diamètre des tubes	13/17
Surface de grille	2m²,61	Longueur moyenne d'un tube	3m,20
Volume d'eau	1 000 lit.	Poids de la chaudière sans eau	6 150 kg.
Volume de vapeur	800 —	Timbre	13 —
Nombre de tubes	494		

menta leur diamètre et aussi la hauteur des collecteurs inférieurs, de façon à élever l'emmanchement des tubes inférieurs du fond des collecteurs ; il remplaça les collecteurs inférieurs à section rectangulaire par des collecteurs cylindriques (fig. 145) ; il changea la disposition

Digitized by Google

des tubes de façon à donner une chambre de combustion plus vaste (fig. 148, 150 et 151).

Le type qui paraît être définitivement adopté est celui des chau-

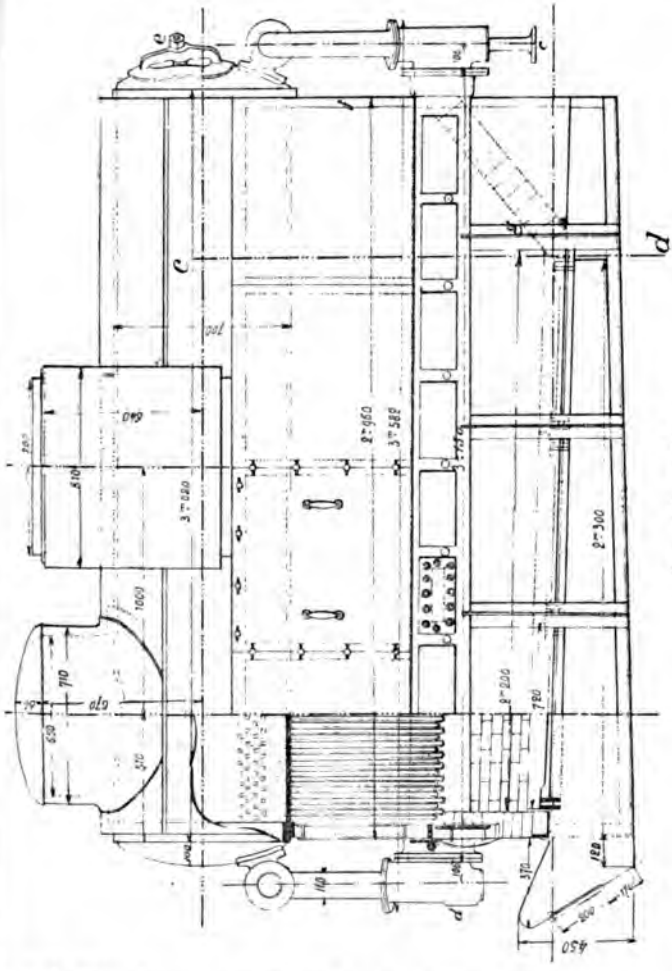


Fig. 146. — Vue 2.

di es de 200 mètres carrés de surface de chauffe, avec une nouvelle fo ie de plissement des tubes, donnant une chambre de combustion ur eu plus grande que le type *Grenadier*.

s collecteurs cylindriques sont plus résistants que ceux à section

Digitized by Google

carrée, mais n'ayant pas un diamètre suffisant pour l'introduction d'un homme; il a fallu, comme dans les premiers collecteurs à section carrée, pratiquer des portes pour fixer des tubes et les nettoyer; le mode de fixation des tubes est resté le même.

Pour leur conduite en marche, elles ont les défauts et les qualités de toutes les chaudières multitubulaires; la couche de charbon qui doit

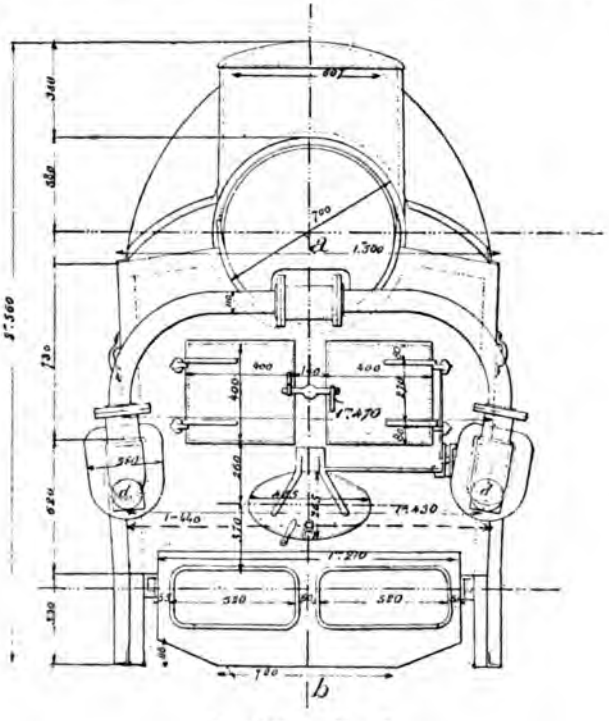


Fig. 146. — Vue 3.

être uniformément répartie sur la grille ne doit pas dépasser 15 à 20 centimètres au maximum, les intervalles entre les charges doivent être réguliers. On connait à l'avance la quantité de charbon qui doit être brûlée par heure et par mètre carré de grille pour une allure déterminée. Il sera donc toujours très facile, connaissant le poids de la charge qui est en moyenne de 2 briquettes de 9 kilogrammes chacune, de trouver le nombre de charges à opérer dans une heure et par conséquent l'intervalle entre les charges; mais les points de départ sont la consommation totale de charbon qui doit être brûlée

Digitized by Google

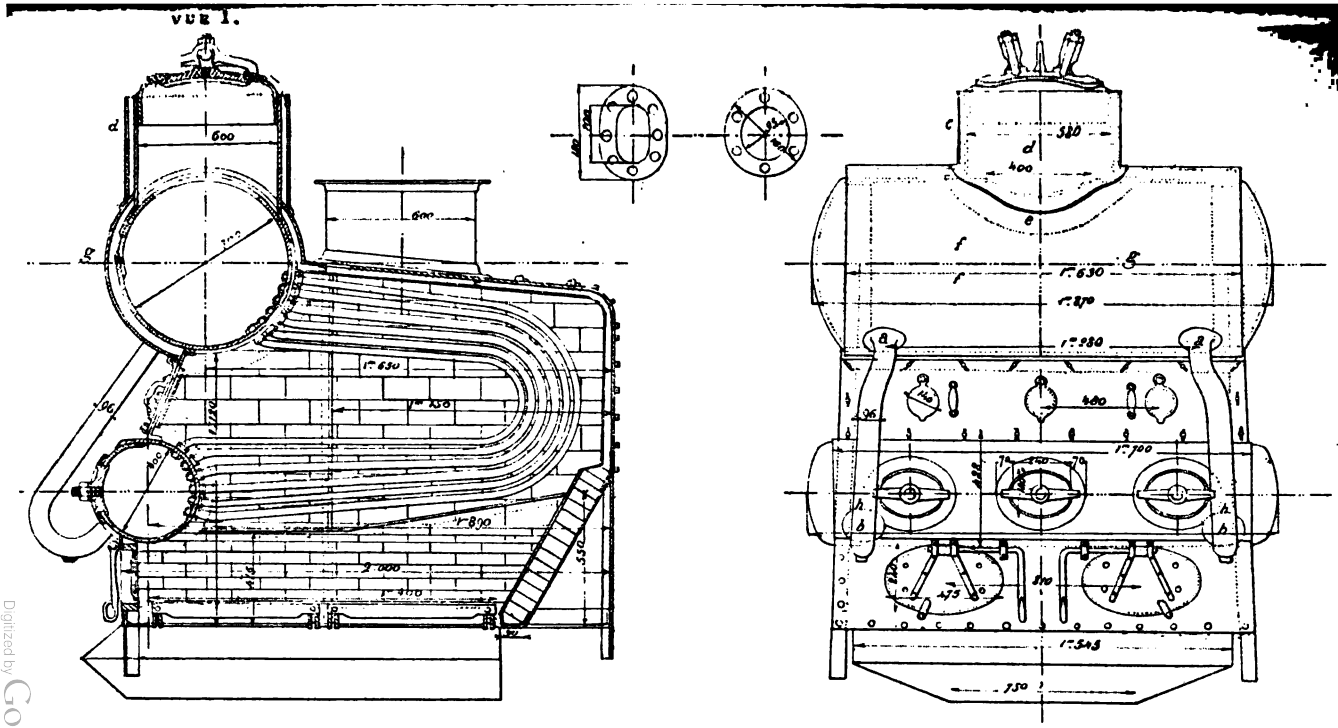


Fig. 147, vues 1 et 2. — Chaudière proposée au gouvernement norvégien pour torpilleur.

c, emplacement de la soupape de sûreté.
d, — de la prise de vapeur.
e, emplacement du manomètre.
f, — des robinets jauges.
g, emplacement de la colonne de niveau.
h, — des régulateurs alimentaires.

Digitized by Google

dans une heure à une allure donnée de la machine et le poids de la

CHANTIERS DE LA LOIRE SAINT-DENIS

POUR TORPILLEUR A EMBARQUER

(Système Dutemple.)

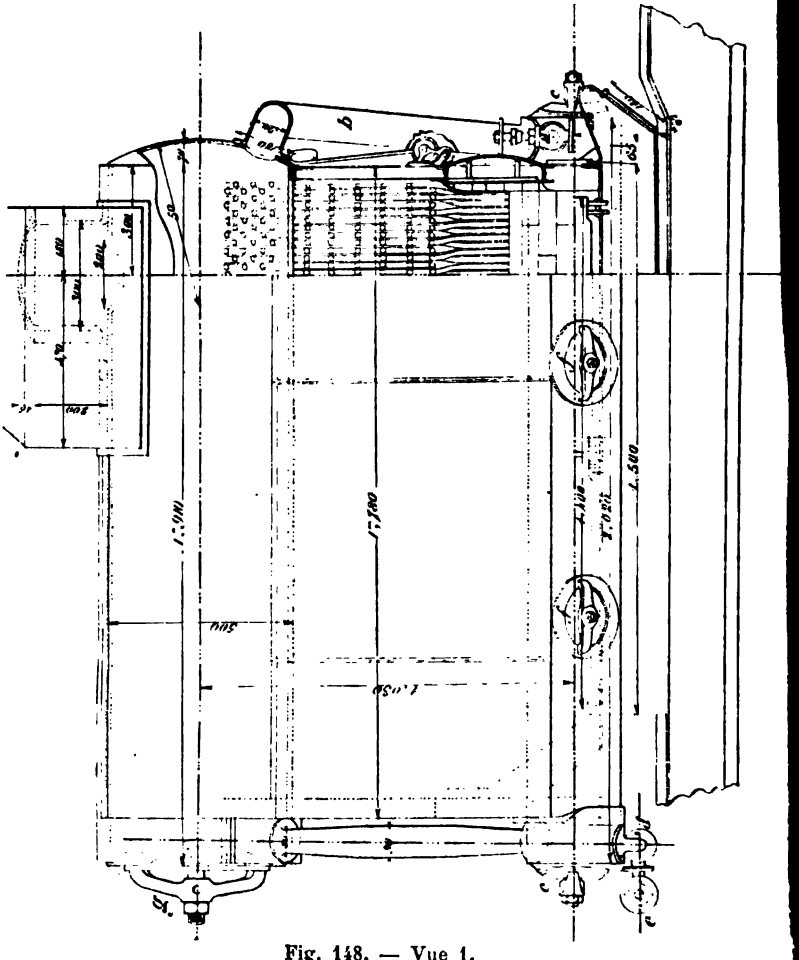


Fig. 148. — Vue 1.

charge. Lorsque la charge doit être opérée, l'épaisseur de la couche de charbon doit être réduite du tiers de son épaisseur.

Digitized by Google

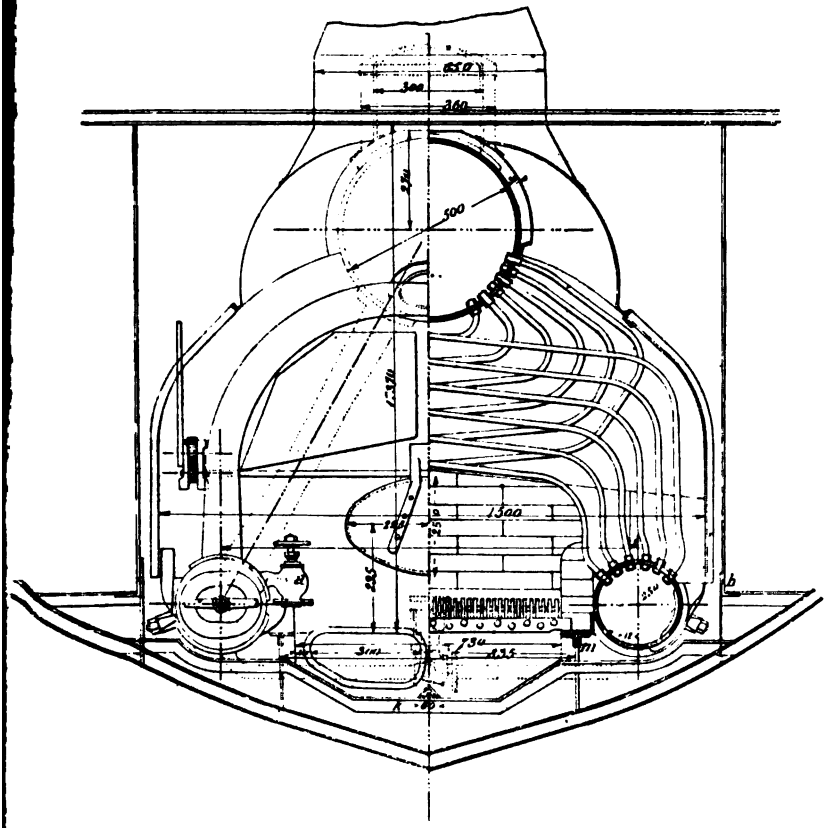


Fig. 148, vue 2. — Chaudière Dutemple à tubes croisés.

a, régulateur alimentaire.
b, tuyau de retour d'eau.
c, trou de bras de 120/150.
d, robinet de vidange.
e, robinet permettant de chauffer l'eau de a chaudière avec la vapeur du transport ur lequel le torpilleur est embarqué.
f, portes de regards servant à mettre les écrous des tubes.
g, trou d'homme de 300/360.
h, tôles amovibles.
k, cornière de 25 × 25.
m, cornière de 25 × 25.

Dimensions :

rface de chauffe	45 mq.	Longueur moyenne d'un tube . .	1m,602
rface de grille.	1m²,05	Nombre de tubes.	528
lume d'eau	510 lit.	Poids de la chaudière complète,	
ume de vapeur	220 —	sans eau et sans cheminée. . .	3 110 kg.
mètre des tubes.	13/17	Timbre	14 —

Digitized by Google

Pour maintenir une pression constante on est donc obligé de prendre cette méthode de chargement. Par ce moyen on évite les panaches de fumée et de flamme, qui se produisent au-dessus de la cheminée. Il faut une alimentation régulière et pour cela maintenir aux bâches un niveau constant. Ce dernier doit peu varier et avoir une tendance à baisser à cause des pertes inévitables qui se produisent. En connaissant par la pratique les pertes d'eau par heure, indiquées par les tubes des bâches, on juge du moment où l'on devra faire fonctionner le bouilleur réparateur. L'activité des foyers étant donnée, on réglera la vitesse du ventilateur. Avec les nouvelles machines, jusqu'à 12 nœuds, il tourne très lentement dans le seul but d'aérer la chaufferie; on ne marche au tirage forcé qu'à partir de 16 nœuds pour les nouveaux torpilleurs.

Ces chaudières ne marchent bien qu'avec des tubes propres et de l'eau pure, distillée si cela est possible. Il faut éviter les graisses dans les tubes et pour cela il faut souvent les visiter, et surtout les réchauffeurs d'eau d'alimentation, et s'assurer que dans ces derniers il n'existe pas de dépôts. Il faut bien réchauffer l'eau d'alimentation avant son entrée dans les chaudières; l'eau chaude prévient l'oxydation des tubes. Les réchauffeurs Normand remplissent très bien ce but, on y voit les dépôts graisseux surnager à la surface de l'eau, d'où on les en extrait facilement.

L'eau prise à la bâche par les pompes alimentaires traverse, au sortir de ces pompes, un réchauffeur installé sur le tuyau de refoulement. Le réchauffeur (fig. 206) est construit comme un condenseur par surface. Les tubes sont dudgeonnés dans les trous des deux plaques de tête, et le tout est enfermé dans une enveloppe cylindrique en acier, placée verticalement. L'eau d'alimentation arrive par l'orifice 1, passe à l'intérieur des tubes pour sortir par l'orifice 2. La vapeur réchauffante est prise à la boîte à tiroir du grand cylindre, elle arrive par 3 et circule à l'extérieur des tubes. L'eau provenant de la vapeur condensée tombe à la partie inférieure, où elle communique sa chaleur à l'alimentation, à son entrée dans l'appareil; elle est évacuée, refroidie au condenseur par l'intermédiaire d'un purgeur automatique.

Sur les torpilleurs de haute mer, *Grenadier* et *Lancier*, la circulation de la vapeur dans le réchauffeur est activée par un tuyau qui part de ce dernier, passe dans le compartiment inférieur de la bâche où il est enroulé en serpentin pour réchauffer l'eau aspirée par les pompes, et finalement va déboucher dans le condenseur.

Un tuyau 6 habituellement muni d'un joint plein sur sa bride de jonction avec 2, sert à mettre en communication 1 et 2 en dehors du réchauffeur, en cas d'avarie de ce dernier. Il faut alors enlever le joint plein du tuyau 6 et faire des joints pleins sous les brides fixant 1 et 2 au réchauffeur.

En marche normale, le niveau de l'eau provenant de la condensation de la vapeur doit être à peu près à la même hauteur que dans

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAUDIÈRES MARINES.

Digitized by Google

VUE 2.
Coupe et vue longitudinale.

Digitized by Google

le purgeur. Celui-ci est, en effet, en communication avec le réchauffeur par la valve à sa partie inférieure et par le tuyau 7 à sa partie supérieure. Dans la calotte supérieure de l'appareil se trouve un tube bouché E, que l'on remplit d'huile et dans lequel on prend la température de l'eau d'alimentation.

Cette température varie de 95 à 110°.

Un robinet gradué, débouchant au condenseur par 8, sert à expulser l'air contenu dans la vapeur ; il doit être ouvert de 3 à 5 divisions à petite vitesse, et en grand à toute vitesse.

Tous les tubes sont munis de chicanes formées de lames étroites en laiton étamé, pliées de manière à former des nœuds, et maintenues sur les tubes par une plaque de tête percée de trous fraisés par en dessous ; la plaque de tête des chicanes est maintenue sur celle des tubes par des vis dont les trous ne doivent pas traverser cette dernière.

Des purgeurs automatiques desservent l'appareil et la figure fera très bien comprendre leur utilité.

— Au mouillage il faut gratter les collecteurs et faire circuler un jet d'eau dans chaque tube.

En réserve la conservation de ces chaudières s'obtient en les remplissant complètement d'eau acidulée de chaux à raison de 1 kilogramme par mètre cube d'eau. On la renouvelle tous les trois mois, il faut entretenir ce plein complet.

L'expérience prouve que la durée de ces chaudières peut être prolongée par les soins d'entretien ; on ne saurait trop recommander la propreté des tubes par un bon lavage intérieur.

Chaque fois que l'on met bas les feux, on fait une extraction complète avec une pression de 5 à 6 kilogrammes ; par cette extraction on détermine un fort courant dans les tubes, qui expulse les boues graisseuses ; on constate cet effet le long du bord.

Il faut rester le moins possible sous les feux ; car avec une faible pression, il se produit une vaporisation lente, les dépôts se fixent aux parois des tubes et peuvent quelquefois les engager, et sûrement les salir. Il faut prévenir les dépôts graisseux par le lavage des éponges du filtre, les laver souvent et les changer au bout de cent heures à l'allure réduite, et au bout de soixante heures à grande allure des machines. Comme elles sont très accessibles, il est toujours possible de juger de leur état graisseux. D'après des expériences récentes, il faut les laver au savon noir, lorsqu'elles auront absorbé une quantité d'huile égale à leur poids. Ce qui est facile à estimer en tenant compte de la dépense d'huile pour le graissage de la vapeur.

Pour neutraliser les acides gras, on avait placé sur le *Lancier* des petits sacs de chaux dans les filtres à éponges; mais cette chaux paraissait dans les cylindres et détériorait les garnitures; on a donc renoncé à ce moyen protecteur.

La propreté des éponges suffit.

Digitized by Google

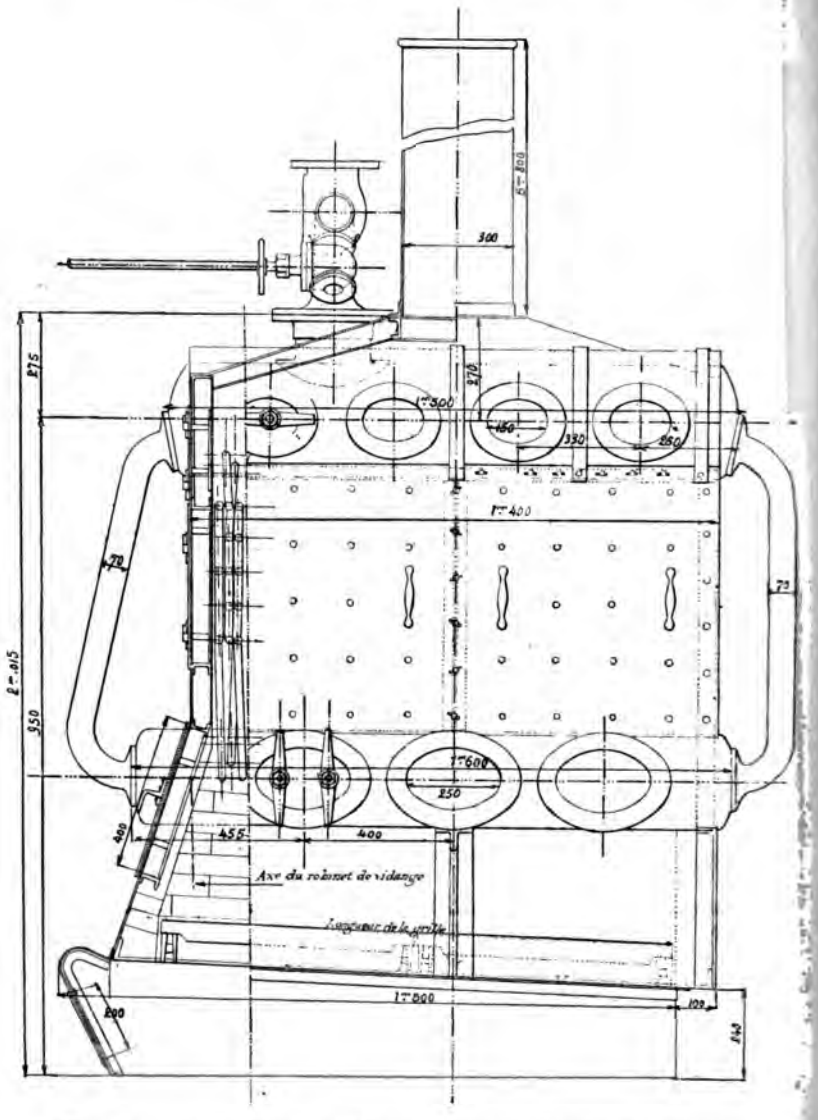


Fig. 151, vue 1. — Chaudière Dutemple pour canonnières du *Sénégal*.

Digitized by Google

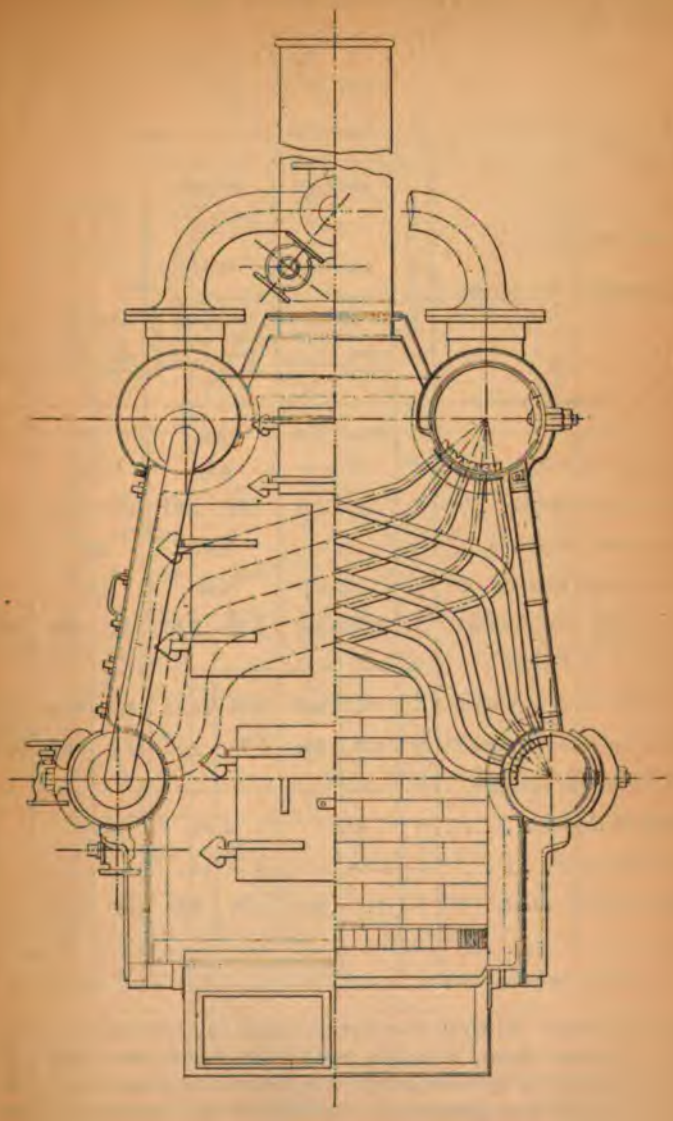


Fig. 151. — Vue 2.

Digitized by Google

Pour constater l'effet du zinc qui n'existait pas au début dans les chaudières du *Lancier*, on en a mis 30 kilogrammes seulement dans la

DIMENSIONS PRINCIPALES DES

SYSTÈME

TYPES DE BATEAUX OU LA CHAUDIÈRE EST PLACÉE	NOMBRE DE CORPS	SURFACE DE CHAUFFE		SURFACE DE GRILLE		VOLUME D'EAU		VOLUME DE VAPEUR	
		par corps	totale	par corps	totale	par corps	total	par corps	total
		mq.	mq.	mq.		lit.		lit.	
Torpilleur de 28 mètres. . . .	1	78	»	2,55		770		77	
Torpilleur de 35 mètres. . . .	2	60	120	1,92	3,84	647	1294	647	12[illegible]
Torpilleur de 34, type 130. . .	1	8		2,61		800		800	
Torpilleur de 35, type 147. . .	1	159,65		4,95		1570		1570	
Torpilleur type *Avant-Garde* .	2	124	248	3,78	7,56	950	1900	950	190[illegible]
Le Grenadier et *Dragon* . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aviso-torpilleur, type *Bombe* .	4	84	836	2,60	10,40	800	3200	800	320[illegible]
Torpilleur type *Avant-Garde* .	2	130	260	3,78	7,56	1150	2300	1150	230[illegible]
Lancier, chaudière modifiée. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Torpilleur 36 mètres	1	160		4,08		1500		1500	
Chaudière modifiée.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Torpilleur grande vitesse. . .	2	177	354	4,50	9,00	1400	2800	1400	280[illegible]
Le Corsaire.	—	—	—	—	—	—	—	—	—

chaudière avant. Au bout d'un certain temps on ouvrit les deux chaudières pour constater l'utilité du zinc ; à l'inspection des deux chaudières on reconnut que les tubes de la chaudière qui avaient du zinc étaient plus propres que ceux de la chaudière où il n'y en avait pas ; on en mit dans toutes les deux.

Digitized by Google

Les différentes modifications qui ont été apportées dans le type primitif des chaudières Dutemple sont représentées par les figures

DIFFÉRENTS TYPES DE CHAUDIÈRES

DUTEMPLE

POIDS APPROXIMATIF	PRESSION D'ESSAI	PRESSION DE RÉGIME	PRESSION D'EAU en millimètres	NOMBRE DE LITRES D'EAU vaporisés par heure	DIAMÈTRE DES TUBES	NOMBRE DE SÉRIES DE TUBES	OBSERVATIONS
	kg.	kg.			millim.		
6000 k	19	10	60	4360	17 × 13	4	
9800 k	20	13	60	»	17 × 13	4	
6500 k	20	11	60	4600	17 × 13	4	
11000 k	20	13	80	8000	24 × 19 et 19 × 24	4	Tubes retreints à une extrémité.
10 t 200 k	20	13	80	»	24 × 19 et 19 × 24	4	
6500 k 26000 k	19	13	80	4600	17 × 13	4	Id.
10 t 20 t	20	13	80	»	24 × 19 et 19 × 24	8	Id.
11 t	20	13	80	8000	24 × 19 et 19 × 24	8	
12 t 24 t	20	15	90	8500 | 17000	24 × 19	8	

143 à 152. Toutes ces modifications ont eu pour but : d'assurer une durée plus prolongée aux tubes vaporisateurs en augmentant leur diamètre, en augmentant leur inclinaison par la suppression de deux plis en élevant la hauteur des collecteurs inférieurs afin de pouvoir élever l'extrémité des tubes et éviter ainsi l'entrée des corps étran-

Digitized by Google

gers, en augmentant la résistance des collecteurs inférieurs par le changement de leur forme rectangulaire en forme cylindrique.

Par une nouvelle disposition des tubes, on a obtenu une meilleure utilisation du charbon, on a diminué les panaches de flamme et de fumée. Dans les derniers types un courant d'air passe entre la tôlerie de l'enveloppe de la chaudière, ainsi que dans celle de la base de la cheminée (fig. 152).

Les régulateurs d'alimentation débouchent sous le réservoir supérieur. Les tubulures de communication entre les réservoirs supérieurs et les réservoirs inférieurs ont été augmentés. La circulation d'eau de retour est donc mieux assurée.

En résumé, il résulte de ces changements successifs que l'emploi de ces chaudières donne de bonne garantie de solidité, de durée, à condition qu'elles soient entretenues propres. Avec une chauffe bien conduite, les panaches de flamme et de fumée sont peu fréquents.

3° CHAUDIÈRES NORMAND

(Fig. 153, 154, 155, 156, 157, 158.)

1er **Type.** — Cette chaudière comprend :

1° Le faisceau tubulaire ;
2° Le foyer et le cendrier ;
3° L'enveloppe.

1° Le *faisceau tubulaire,* comme il est indiqué par la figure 153, vues 2, 3 et 4, se compose de plusieurs rangées de tubes de formes différentes pour chaque rangée; sur les premières chaudières, ces tubes étaient en cuivre rouge pour les rangées intérieures formant le foyer et en laiton pour les autres rangées; mais tous ont été remplacés dans les nouvelles chaudières par des tubes étirés en acier. Ces tubes sont dudgeonnés à leurs deux extrémités sur les trois collecteurs EE et Y. Les collecteurs inférieurs EE servent de réservoir d'eau, le collecteur supérieur Y sert en même temps de réservoir d'eau et de vapeur; il est en outre surmonté d'un réservoir cylindrique dans lequel prend l'extrémité crépinée du tuyau de vapeur des machines principales. Les collecteurs EE et Y sont en communication d'abord par les faisceaux tubulaires, puis par les tubulures F de la face avant de la chaudière et par la tubulure F′ partant du réservoir supérieur et formant un T avec la tubulure horizontale D communiquant avec les extrémités arrière des collecteurs inférieurs.

Comme il est indiqué par la figure le faisceau tubulaire est divisé en deux parties par une cloison transversale en briques réfractaires s'élevant verticalement à partir de l'extrémité de la dernière rangée de grilles; les flammes par l'interposition de cette cloison pénètrent dans l'intérieur du faisceau tubulaire et viennent ensuite lécher la partie du faisceau tubulaire placée derrière cette cloison, et renco

Digitized by Google

ıre, avec

Digitized by Google

Digitized by Google

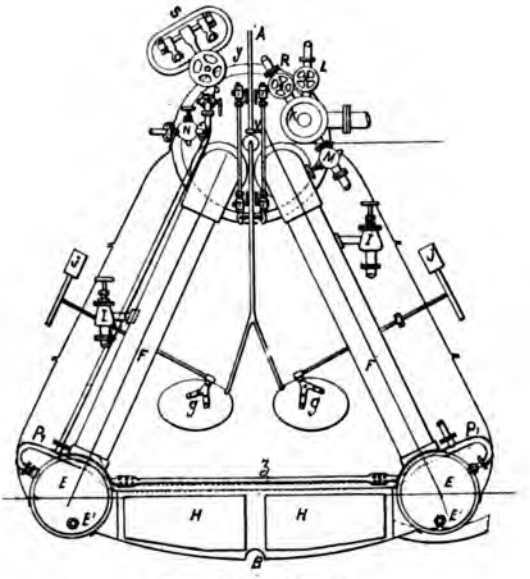


Fig. 153. — Vue 1.

A, tringle manœuvrant du pont l'extincteur des feux.
E, collecteur inférieur.
F, tube servant à relier le collecteur supérieur au collecteur inférieur.
g, portes de fourneau.
H, porte de cendrier.
I, régulateur alimentaire.
J, contrepoids servant à la manœuvre des portes du fourneau.
K, soupape d'arrêt.
L, prise de vapeur éjecteurs AV.
M, prise de vapeur éjecteurs AR.
N, prise de vapeur du ramoneur.
P, extraction de surface.
R, prise de vapeur, machines auxiliaires.
S, soupape de sûreté.
T, monture du tube de niveau.
V, robinet de manœuvre de l'extincteur des feux.
y, collecteur supérieur.
z, barre rigide servant à maintenir l'écartement des deux collecteurs.
Q, conduit de dégagement des gaz.
E', bouchon servant à vider la chaudière.
E, extraction de fond à la mer.

Dimensions :

Surface de grille	3m²,32
Surface de chauffe tubulaire extérieure aux tubes	176
Nombre de tubes	1324
Volume d'eau	2700 lit.
Volume de vapeur total	1540
Timbre	12 kg.
Poids de la chaudière avec bouchons et robinets	7650
Poids de la boîte à fumée, de la cheminée avec enveloppe	396
Poids des barreaux de grille et leurs supports	663 k.
Poids du cendrier, conduit d'air et enveloppe d'air	478
Poids des briques pour autel, briques de contour, tôle des briques et autel	740
Poids total de la chaudière et ses accessoires	9817
	1227

trant une chicane elles s'abaissent pour venir prendre le conduit de la cheminée.

Digitized by Google

2° *Le foyer.* — Le foyer comme l'indique la figure 153 est formé par les rangées intérieures des tubes, par une maçonnerie supérieure G

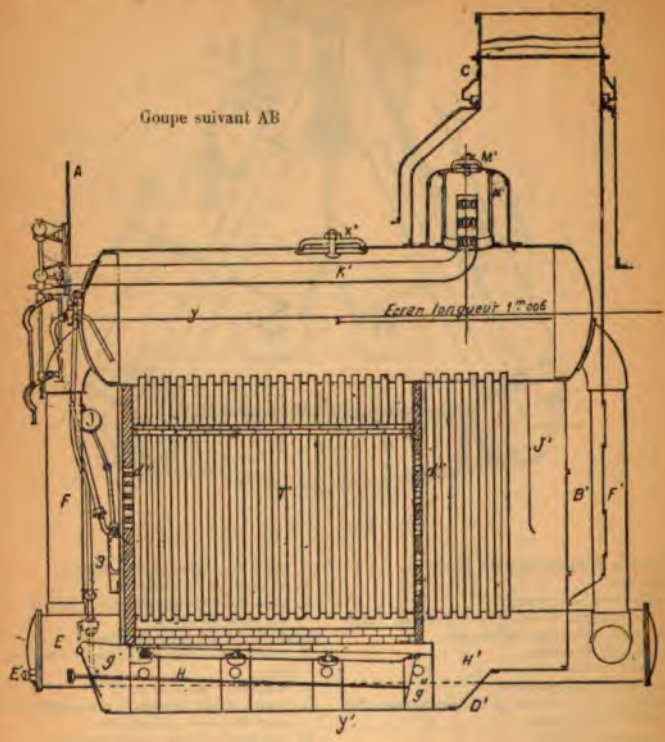


Fig. 153, vue 2. — Chaudière Normand.

A, tringle manœuvrant du pont l'extincteur des feux.
B', boite à fumée.
E, collecteur inférieur.
F, tube servant à relier le collecteur supérieur au collecteur inférieur sur l'AV.
F', tube servant à relier le collecteur supérieur au collecteur inférieur sur l'AR.
g', porte du cendrier.
g'', porte du cendrier supplémentaire.
H, cendrier.
H', cendrier supplémentaire.
J', tôle servant de brise-flamme.
K', tuyau de prise de vapeur.
M', porte de visite.
N', coffre à vapeur.
T', tubes de chaudière.
y, collecteur supérieur.
d', cloison supérieure en briques.
d'', cloison en briques percées de trous, verticale.

s'appuyant sur la courbure des tubes et formant le ciel de la chambre de combustion, par deux maçonneries verticales limitant sa longueur. Une sur l'AV, l'autre sur l'AR. Cette dernière est percée de

Digitized by Google

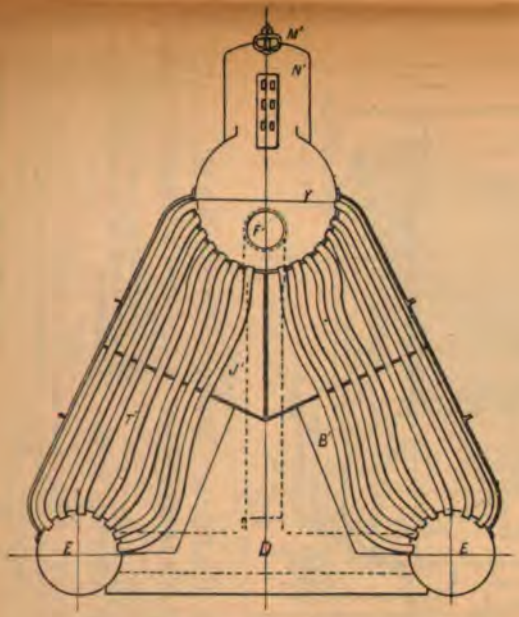


Fig. 153. — Vue 3.

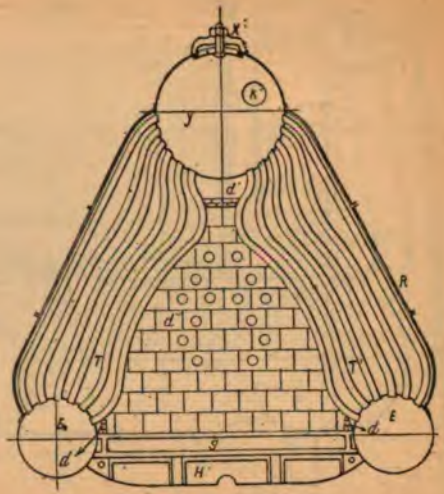


Fig. 153. — Vue 4.

B', boîte à fumée.
E, collecteur inférieur.
J, tôle servant de brise-flammes.
T, tubes de chaudière.
y, collecteur supérieur.
M', porte de visite.
N', coffre à vapeur.
K', tuyau de prise de vapeur.
F', tube servant à relier le collecteur supérieur au collecteur inférieur.
E, collecteur inférieur.
y, collecteur supérieur.
K, tuyau de prise de vapeur.
X', trou d'homme.
d', cloison en briques supérieure.
d', cloison en briques percées de trous.
d, briques servant à préserver le collecteur inférieur.
g, autel.
H', cendrier supplémentaire.
R, enveloppe extérieure de la chaudière.

Digitized by Google

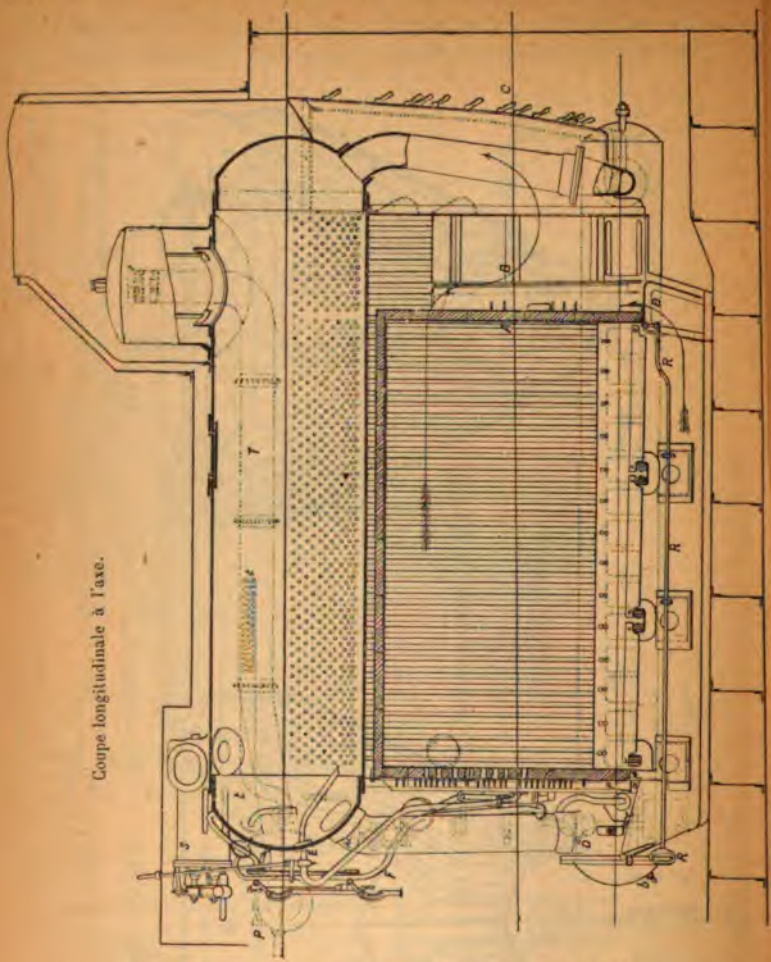


Fig. 154, vue 1. — Torpilleurs 1re classe, 182 à 187.

P, prise de vapeur de la machine principale et son tuyau T.
S, soupapes de sûreté.
D, extraction de fond à la mer.
F, tuyau d'extraction de surface se reliant à D.
b, *b*, bouchons de vidange des collecteurs inférieurs.
Ac, alimentation par le petit cheval.
Al, alimentation par les pompes, collecteur supérieur.

Nota. — Les portes A et B donnant passage à l'air insufflé au-dessus de la grille devront être fermées à petite vitesse. Les portes A se manœuvrent au moyen d'une petite poignée *p* placée dans une échancrure située à la partie inférieure de la tête de façade. Les portes B sont commandées par les tringles R. Tous les tubes sont en acier de 25/29 de diamètre.

Digitized by Google

Demi-vue de la boîte à fumée. — Demi-coupe du faisceau AR.

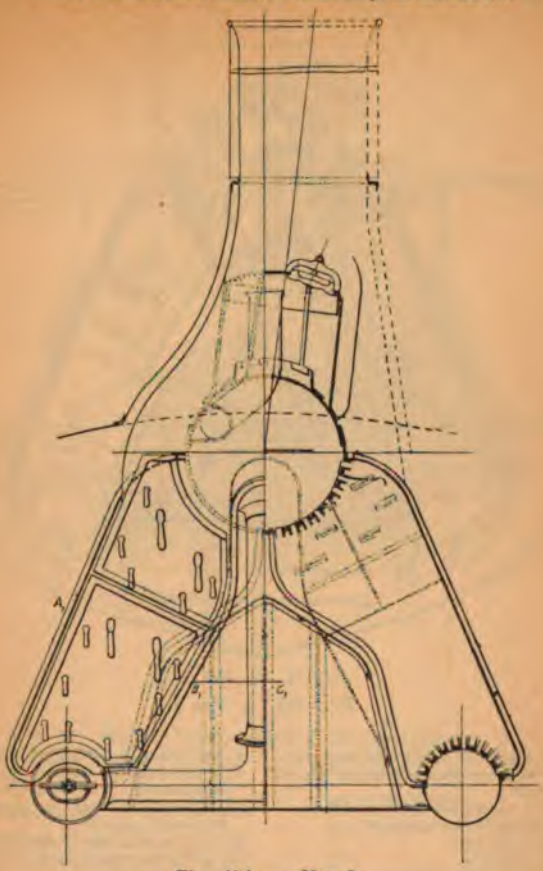


Fig. 154. — Vue 2.

Dimensions :

Surface de grille	$3^{m^2},60$	Poids des barreaux de grilles et supports	560 kg.
Surface de chauffe tubulaire extérieure aux tubes	$17^{m^2},90$	Poids du cendrier et conduit d'air.	480 —
Nombre de tubes	1 284	Poids des briques pour autel, briques de contour, tôle des briques et autel renversé	800 —
Volume d'eau	$2^{m^3},700$	Poids total de la chaudière et des accessoires	10 630 —
Volume de vapeur total	$1^{m^3},410$	Poids total de la chaudière avec eau	13 330 —
Timbre de la chaudière	14 kg.	NOTA. — Le poids de la robinetterie s'élève à	390 —
Poids de l'eau de la chaudière	2 700 —		
Poids de la chaudière avec bouchons et robinets	8 350 —		
Poids de la boîte à fumée, de la cheminée et enveloppe	440 —		

Digitized by Google

Façade.

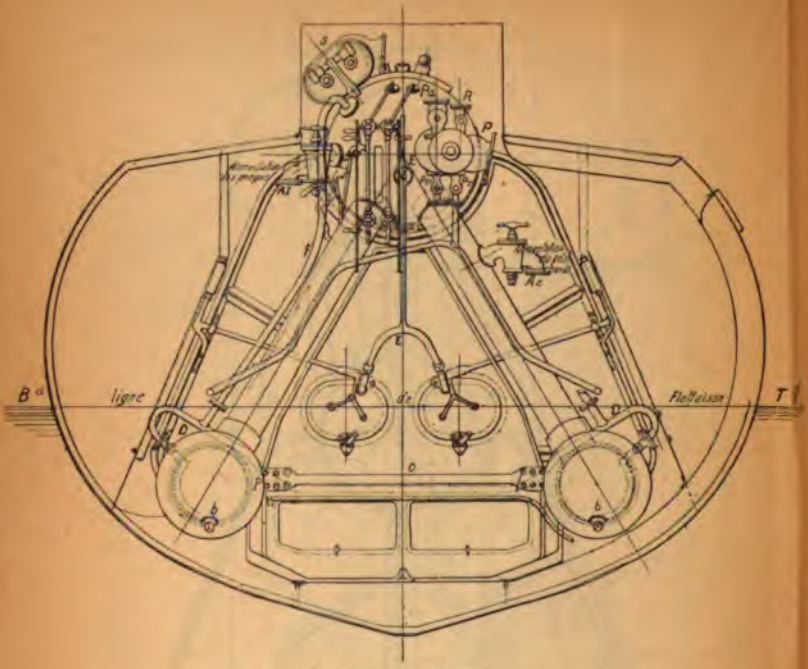


Fig. 154. — Vue 3.

P, prise de vapeur de la machine principale.
Pa, prise de vapeur des machines auxiliaires et du sifflet.
Pe_1, prise de vapeur des éjecteurs AR.
Pr, prise de vapeur du ramoneur.
E, extincteur des feux.
S, soupape de sûreté.
D, extraction de fond à la mer.
F, extraction de surface se reliant à D.
b, *b*, bouchons de vidange des collecteurs inférieurs.
Al, alimentation par les pompes dans le collecteur supérieur.
Ac, alimentation par le petit cheval.
O, entretoise maintenant l'écartement des collecteurs sur *b*.

Dimensions :

Surface de grille	3m²,60
Surface de chauffe tubulaire extérieure aux tubes	17m²,90
Nombre de tubes.	1 284
Volume d'eau.	2m³,700
Volume de vapeur total.	1m³,410
Timbre de la chaudière.	14 kg.
Poids de l'eau de la chaudière .	2 700 —
Poids de la chaudière avec bouchons et robinets.	8 350 —
Poids de la boîte à fumée, de la cheminée et enveloppe. . . .	440 —
Poids des barreaux de grilles et supports	560 kg.
Poids du cendrier et enveloppe d'air	480 —
Poids des briques pour autel, briques de contour, tôle des briques et autel renversé. . .	800 —
Poids total de la chaudière et des accessoires.	10 630 —
Poids total de la chaudière avec eau.	13 330 —
Nota. — Le poids de la robinetterie s'élève à.	390 —

Digitized by Google

trous donnant passage à de l'air pour achever la combustion des gaz. La cloison de l'AV est isolée à l'extérieur par un écran garni lui-même

Coupe au foyer.

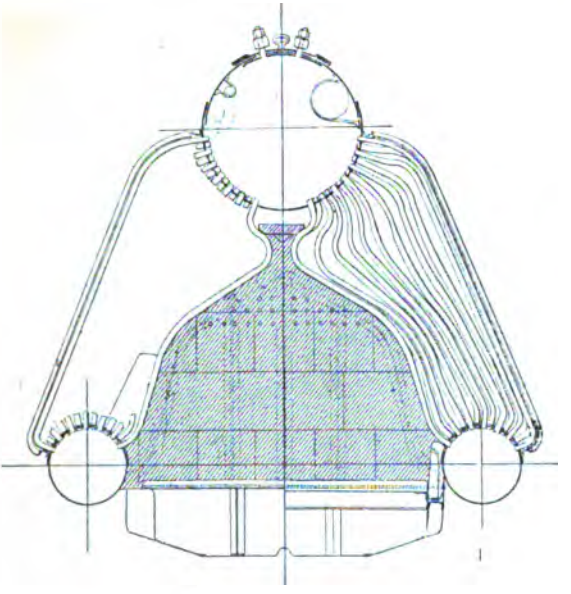


Fig. 154. — Vue 4.

de matière isolante. Sur les briques sont fixées des pointes (fig. 154) en fer qui conduisent la chaleur des briques. Ces pointes sont refroidies par le courant d'air qui passe entre l'écran et la cloison en briques. Cette cloison est également percée de trous pour le passage de l'air dans le foyer. Les collecteurs inférieurs sont protégés par les petites maçonneries longitulinales.

Coupe suivant A, B, C.

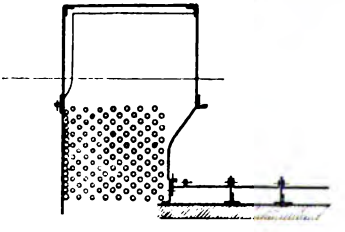


Fig. 154. — Vue 5.

La porte du foyer est également armée de pointes pour l'empêcher le rougir, ces pointes refroidies par un courant d'air diminuent la empérature de la porte. Le cendrier ne présente aucune particularité.

Digitized by Google

2° Type à retour de flammes avec cheminée sur l'AR, à l'opposé du foyer (fig. 155). — Dans ce nouveau type de chaudières les tubes des

Coupe longitudinale.

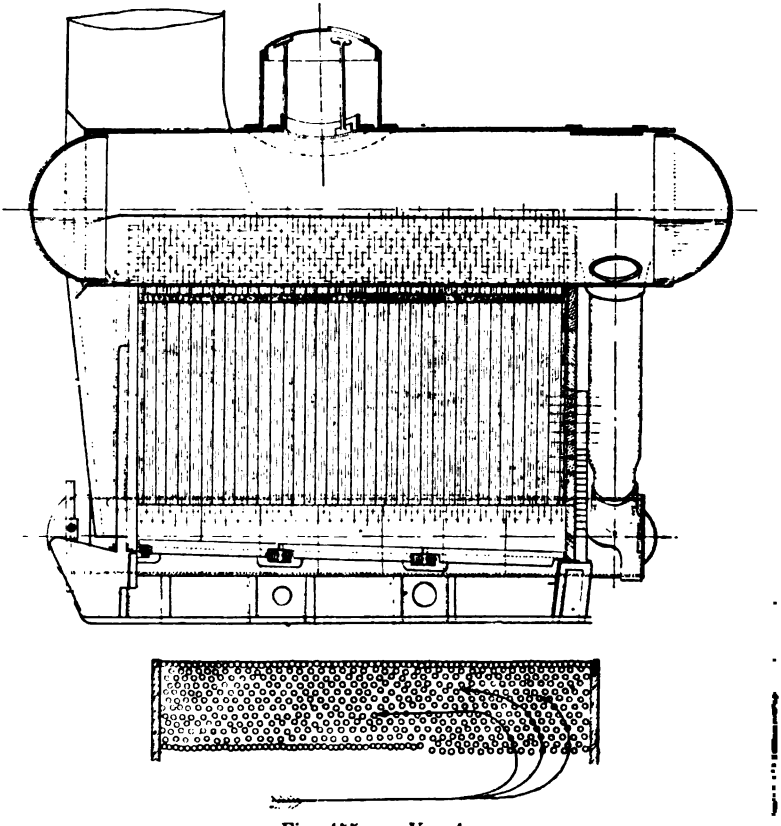
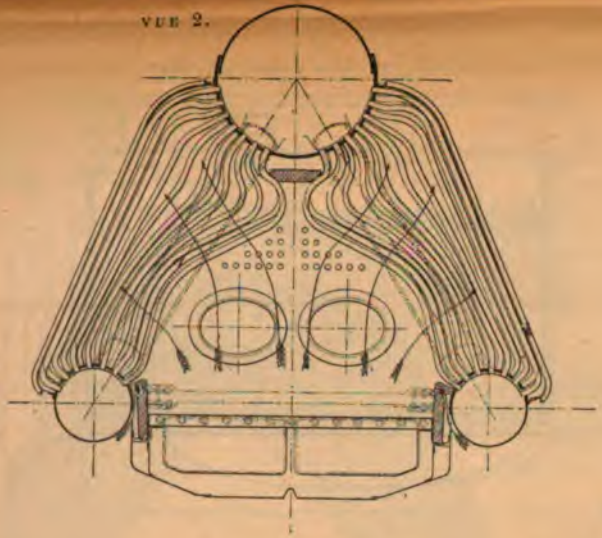


Fig. 155. — Vue 1.

Sur la longueur *ab*, du faisceau tubulaire (vues 1 et 4), les tubes des deux premières rangées intérieures aboutissant en *f* et *f'* du collecteur supérieur, *h* et *h'* des collecteurs inférieurs (vue 3), sont joints sur leur longueur s'étendant des collecteurs inférieurs jusqu'au brise-flammes : 1° de *c* en *d* par un fil d'amiante intérposé entre leur contact ; 2° du point *c* à leur jonction avec les collecteurs inférieurs par de l'amiante comblant le vide qu'ils laissent de *c* en *h* et en *h'* par le fait de leur séparation. Ce dispositif a pour but de contraindre la flamme à revenir vers l'AV du foyer pour lécher la plus grande partie possible du faisceau tubulaire avant son entrée dans la cheminée.

rangées extérieures de chaque côté du faisceau tubulaire se touchent et forment par ce fait une vraie lame d'eau, les flammes ou les gaz

Digitized by Google



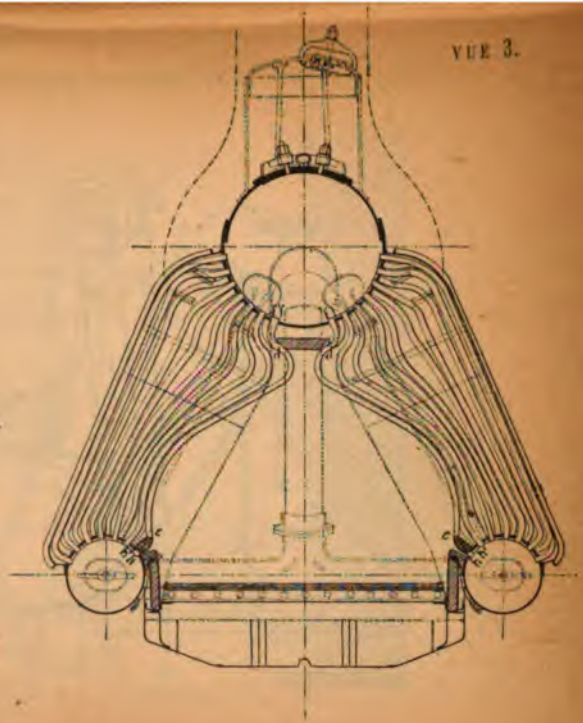
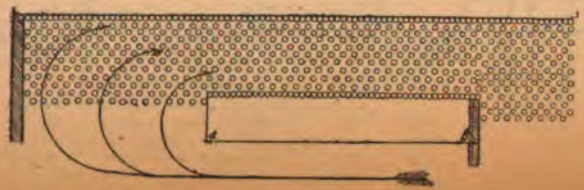


Fig. 155.

Coupe suivant MN. (Vues 2 et 3.)

VUE 4.



Digitized by Google

Poids du corps de la chaudière avec les bouchons. .	4110 kg.
— des tubes à eau en acier	2780
— de la robinetterie	400
— de la boîte à fumée avec enveloppe.	365
— des barreaux de grilles et supports.	470
— du cendrier, conduits d'air, enveloppe	400
— des briques pour autel, contre tôle et autel renversé	675
Poids total.	9200
Poids de l'eau	2300
Poids total et eau.	11500 kg.

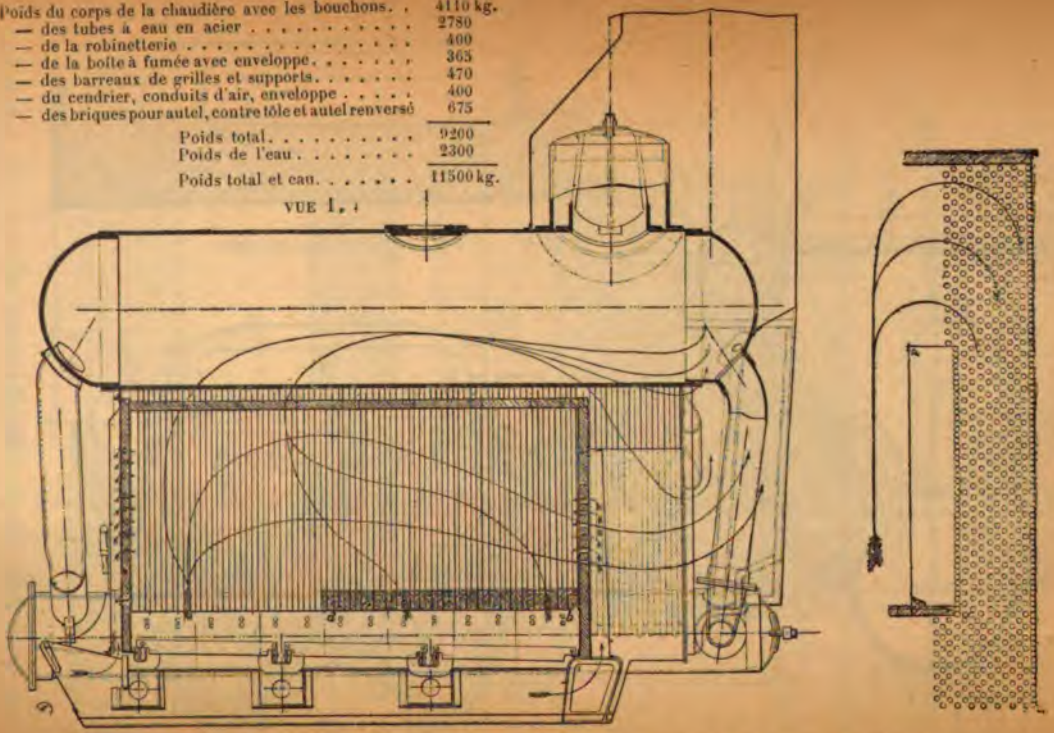


Fig. 156, vues 1 et 4. — Chaudière Normand à retour de flamme sur l'avant.

Surface de grille	3mq,35	Timbre	14 kg.
Surface de chauffe extérieure aux tubes	147.51	Nature du métal	Acier
Nombre de tubes	1120	Volume d'eau total	2mq,300
Diamètre des tubes	24×30	Volume de vapeur total	1,383

Digitized by Google

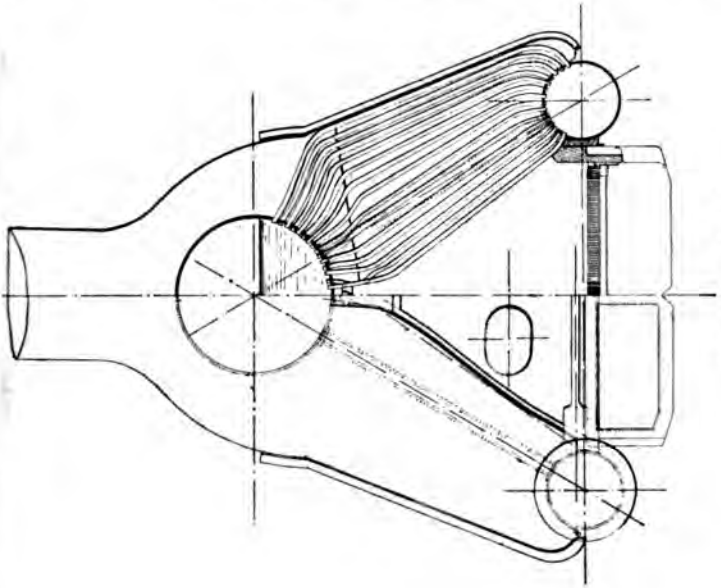


Fig. 156. — Vue 3.

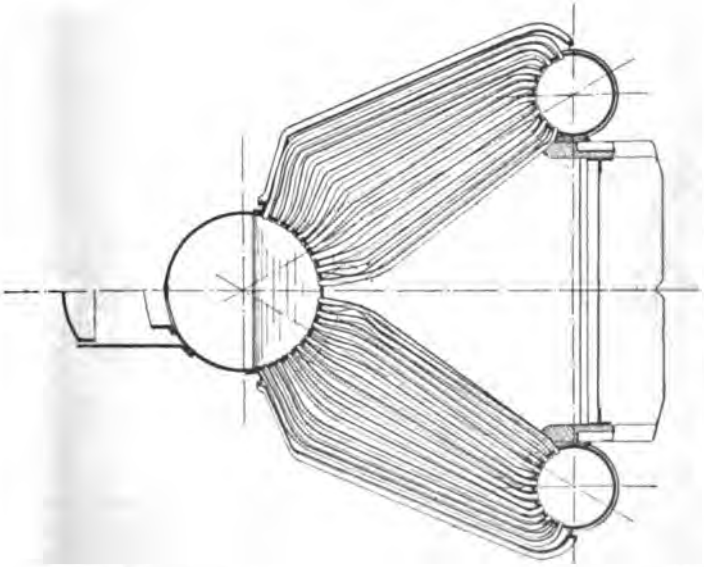


Fig. 153. — Vue 2.

Digitized by Google

chauds ne les lèchent que sur leur face intérieure et sans venir toucher l'enveloppe. Sur l'AR du foyer à partir de la maçonnerie verticale et en revenant sur l'avant, sur une distance un peu plus grande

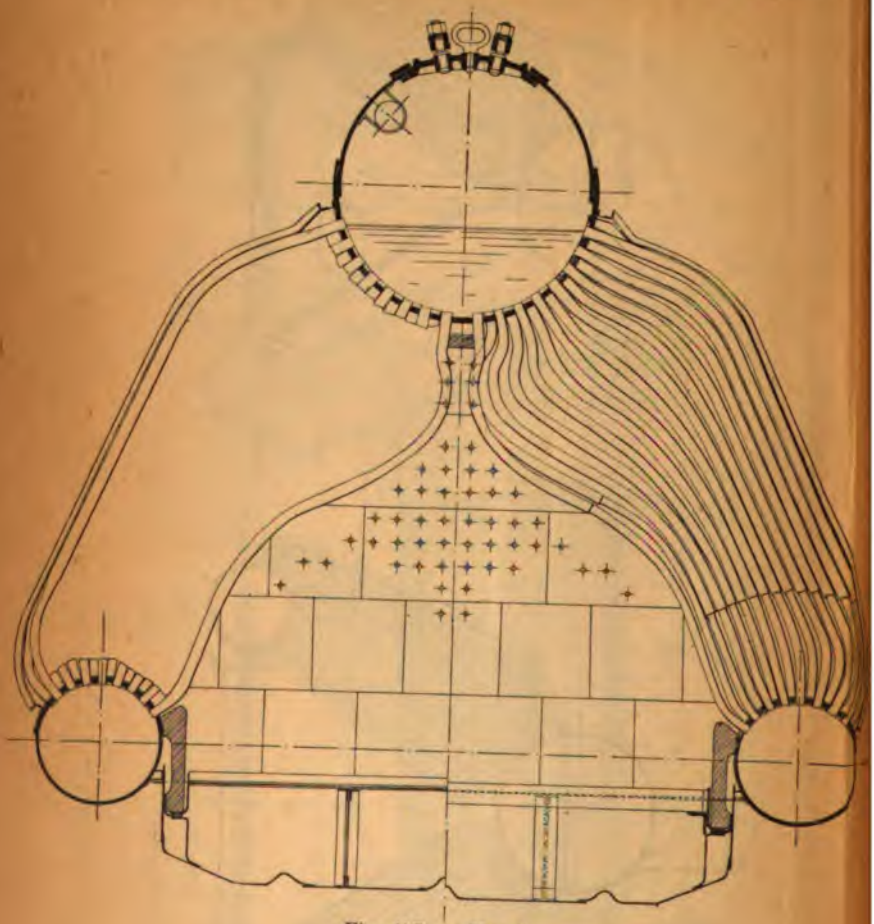
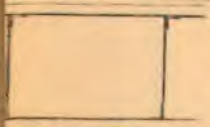


Fig. 157. — Vue 3.

que la moitié de la longueur du faisceau, la première rangée de tubes intérieurs de chaque côté du foyer se touchent et forment lame d'eau également intérieure (fig. 155). De sorte que les flammes qui sont produites dans le fond du foyer ne trouvant pas d'issue reviennent

Digitized by Google



— Type chaudière Duten

	Nombre de	
	Volume d'es	400 kg.
	Volume de er, façade	
	Timbre de l	900 —
	Poids de l'é	160 —
	Poids de la	11 855 kg.
	foyer et l	
	loppes d'a	15 020 kg.
10	Poids de la de. . . .	552 —
mq.	— des b	

y et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

sur l'avant du foyer pour s'engager ensuite dans l'intérieur d'un faisceau tubulaire.

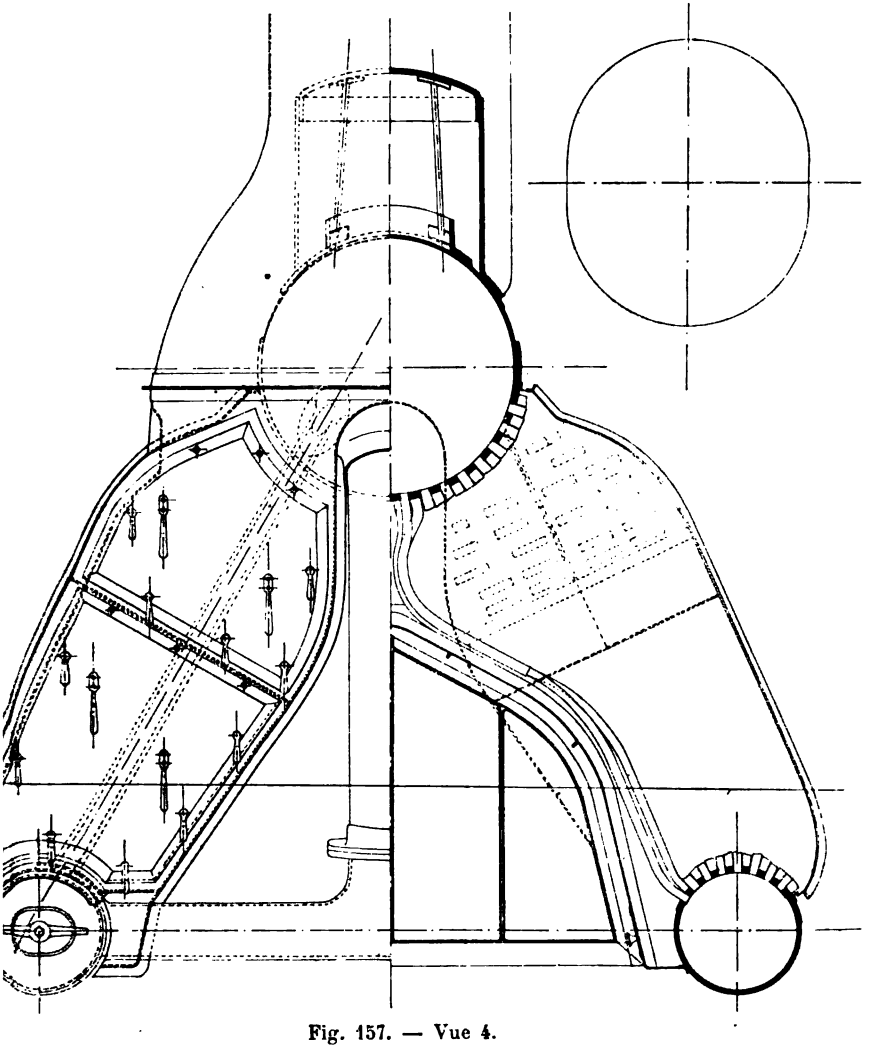


Fig. 157. — Vue 4.

Par ce moyen les gaz sont mieux brassés, l'air qui arrive par les cloisons verticales avant et arrière facilite la combustion, il empêche

Digitized by Google

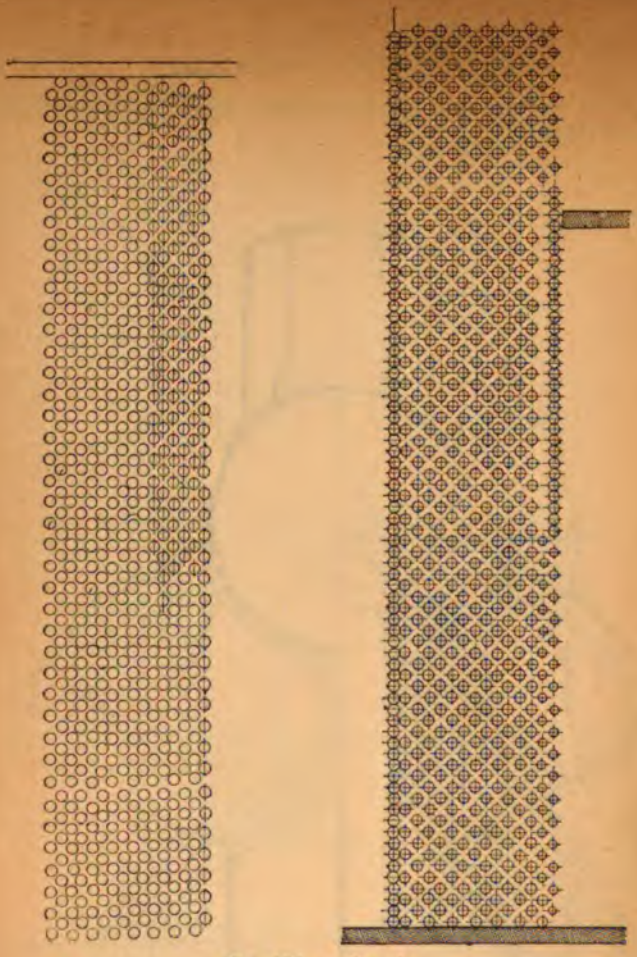


Fig. 157. — Vue 5.

Poids du sac, 40 kg.	2 560 kg.
Essai à toute vitesse	1 300 —
Charbon dépensé par heure.	2 625kg,60
— pendant l'essai	5 120 kg.
— par heure et par mètre carré de grille. .	320kg,195
— par mille et par mètre carré de grille . .	84 617

Vitesse : 31 029. A 14 nœuds 597, surface de grille réduite.

Charbon nécessaire pour parcourir 500 milles à 14 nœuds,

$$12\,620 \times 500 = 6\,310 \text{ kg.}$$

Dépense totale de charbon de 8 h. 35 à 4 h. 35

$$40 \text{ kg.} \times 40 = 1\,600 \text{ kg.}$$

Dépense moyenne par heure . . . . . $\frac{1\,600}{8} = 200$ kg.

— par heure et par mètre carré de grille.	34kg,482
— par mille à la vitesse de l'essai.	13 710
— à la vitesse de 14 nœuds.	12 620
Chaleur nécessaire pour 500 milles à 14 nœuds.	6 310 kg.

Digitized by Google

ATELIER DES CHAUDIÈRES

Essai en mer à grande vitesse du torpilleur FORBAN.

HEURES des observations	PRESSION		TIRAGE en millim. d'eau	TEMPÉRATURE de la chaufferie	CHARBON DÉPENSÉ				OBSERVATIONS
	CHAUDIÈRE AV	CHAUDIÈRE AR			HEURES des observations	CHAUDIÈRE AV	HEURES des observations	CHAUDIÈRE AR	
2 h.	14kg,50	14kg,75	90mm	49°					11 h. : allumé les feux.
2 h. 10	14 75	13 75	95	50	de 2 h. à 2 h. 10	5 sacs.	de 2 h. à 2 h. 8	5 sacs.	12 h. 15 : formation de vapeur.
2 h. 20	15 »	15 »	97	52	de 2 h. 10 à 2 h. 21	5 —	de 2 h. 8 à 2 h. 18	5 —	Charbon dépensé pour l'allumage, la mise en pression et avant l'essai : 1 350 kg.
2 h. 30	15 »	14 25	95	52	de 2 h. 21 à 2 h. 29	5 —	de 2 h. 18 à 2 h. 26	5 —	
2 h. 40	15 »	15 »	100	54	de 2 h. 29 à 2 h. 40	5 —	de 2 h. 26 à 2 h. 34	5 —	
2 h. 50	15 »	14 75	95	54	de 2 h. 40 à 2 h. 50	5 —	de 2 h. 34 à 2 h. 43	5 —	Charbon dépensé pendant l'essai : 5 120 kg.
3 h.	14 75	15 »	100	54	de 2 h. 50 à 2 h. 59	5 —	de 2 h. 43 à 2 h. 52	5 —	
3 h. 10	15 »	15 »	100	55	de 2 h. 59 à 3 h. 7	5 —	de 2 h. 52 à 3 h. 1 de 3 h. 1 à 3 h. 11	5 — 5 —	2 h. : commencé à compter le charbon.
3 h. 20	15 »	15 »	100	55	de 3 h. 7 à 3 h. 17	5 —	de 3 h. 11 à 3 h. 23	5 —	4 h. : terminé de compter le charbon.
3 h. 30	15 »	14 75	100	55	de 3 h. 17 à 3 h. 29	5 —	de 3 h. 23 à 3 h. 35	5 —	3 h. 25 : réparé à la chaudière AR.
3 h. 40	15 »	15 »	100	55	de 3 h. 29 à 3 h. 38 de 3 h. 38 à 3 h. 46	5 — 5 —	de 3 h. 35 à 3 h. 45	5 —	3 h. 35 : fermé le réparateur. 3 h. 40 : réparé à la chaudière AR.
3 h. 50	15 »	15 »	100	55	de 3 h. 46 à 3 h. 53	5 —	de 3 h. 45 à 3 h. 55	5 —	
4 h.	15 »	15 »	100	55	de 3 h. 53 à 4 h.	5 —	de 3 h. 55 à 4 h.	3 —	
					Soit en 2 heures	65 sacs.		63 sacs.	1 300
					Pendant 2 heures.	2 600 kg.		2 520 kg.	1 260
					Moyenne par heure.	1 300 —		1 260 —	2 560

Digitized by Google

cette dernière de s'effectuer dans la cheminée et diminue la fumée avec une chauffe bien conduite.

La distribution de l'air avant et arrière est indiquée par les flèches. Une tringle manœuvrant une porte située dans le fond de l'autel sert à en régler la quantité.

Les autres dispositions de la chaudière restent les mêmes.

3° **Type** (fig. 156). — Ce nouveau type a beaucoup d'analogie avec le précédent.

Les deux rangées intérieures ont leurs tubes joints sur l'avant du foyer, les flammes passent sur l'arrière, pénètrent dans le faisceau tubulaire et reviennent sortir sur l'avant; la cheminée est sur l'avant même.

Les tubes des deux rangées extérieures sont joints, entourés d'amiante, les flammes ne peuvent pas s'échapper.

4° **Type chaudière Dutemple-Normand** (fig. 157, type *Forban*). — Il existe peu de différence entre les deux types Dutemple et Normand; elle tient du Dutemple par la forme des tubes et les accessoires de distribution de vapeur; les réservoirs sont cylindriques et en communication par les deux tubulures cylindriques de l'avant seulement, et par une seule à l'AR, en forme de T. Sur le *Flibustier* et l'*Ariel*, les collecteurs supérieur et inférieurs ne sont réunis que par les tubulures de l'avant. Le foyer est le foyer Normand.

5° **Chaudière Thornycroft** (fig. 159, vues 1, 2, 3, 4, 5). — Cette chaudière comprend :

1° Le foyer, son cendrier;

2° Le faisceau tubulaire et les trois collecteurs d'eau et de vapeur;

3° L'enveloppe.

1° Le foyer est formé par l'enveloppe extérieure et une tôle; comprenant toute la partie comprise entre les collecteurs inférieurs A et la voûte intérieure des premières rangées de tubes. Il est limité à ses extrémités avant et arrière par les maçonneries M faites en pierre ponce et recouvertes de briques réfractaires jointes ensemble par de l'argile et par les deux maçonneries longitudinales N protégeant les collecteurs AA et l'emmanchement des tubes à leur origine, contre l'action énergique du feu. Le plan des grilles est supporté par des armatures en fer, et comprend plusieurs rangées de grilles placées par trois bout à bout; il est horizontal; il y a deux portes de chargement pour chaque foyer. Le cendrier est fermé par une tôlerie étanche fixée à la coque et sur laquelle repose la chaudière. Le cendrier est muni de trois portes *p* d'arrivée d'air, ces portes sont simplement suspendues à la façade de la chaudière par deux anneaux crochés dans deux pitons faisant office de charnières; elles s'ouvrent naturellement sous la pression de l'air extérieur produite par le refoulement du ventilateur; on règle leur ouverture à l'aide d'un levier L

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

mu ni de bras avec chaînettes que l'on raidit à volonté selon le degré d'ouver ture que l'on veut obtenir. L'ouverture au tirage naturel s'ob-

Vue de face.

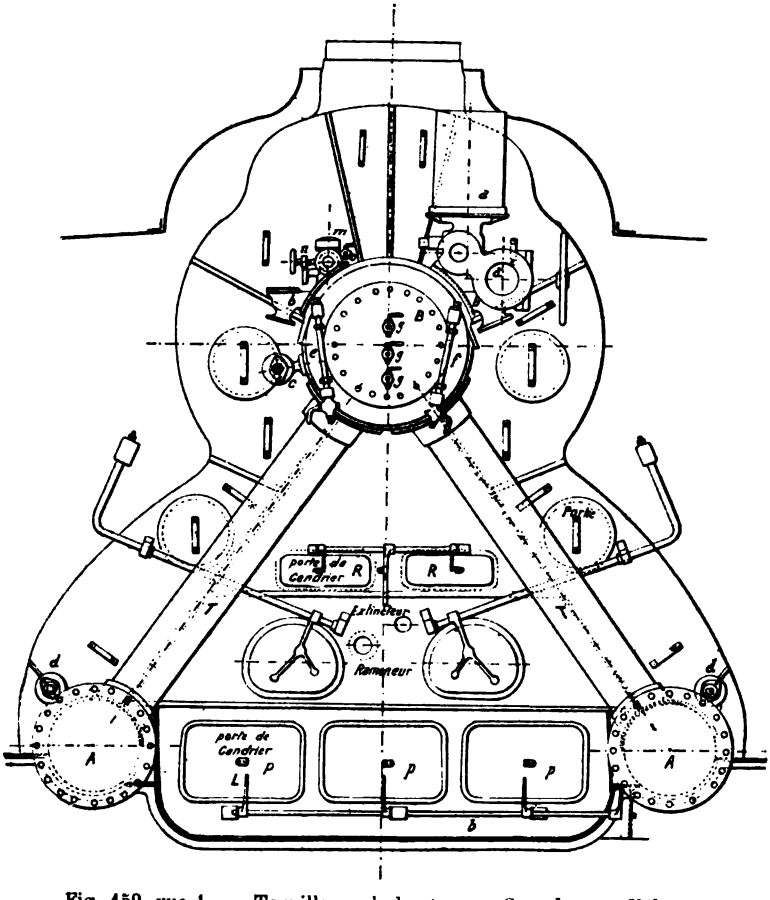


Fig. 159, vue 1. — Torpilleurs de haute mer *Grondeur* et *Véloce*.

a, soupape de sûreté et de prise de vapeur.
b, régulateurs alimentaires.
c, robinet d'extraction haut.
d, robinet d'extraction bas.
e, niveau d'eau en verre.
f, niveau à glace de talc.
g, robinets de jauge.
h, tuyau intérieur de prise de vapeur.
i, écrans s'opposant aux entraînements d'eau.
j, tuyaux intérieurs d'alimentation.
k, groupe de plaques de zinc avec tige d'acier et fil de cuivre.
l, groupe de plaques de zinc.
m, tubulure de remplissage.
n, prise de vapeur du sifflet.
o, prise de vapeur du manomètre.
p, tuyaux intérieurs d'extraction haut.
q, tuyaux intérieurs d'extraction bas.

Digitized by Google

tient en calant ces portes à l'aide de morceaux de charbon; ce procédé est défectueux, car si, par suite d'une fuite aux tubes, il y avait retour de flammes dans la chambre de chauffe, il serait assez difficile d'enlever rapidement les morceaux de charbon qui les maintiennent ouvertes. Sur la façade des chaudières il existe encore deux portes rectangulaires R qui servent à introduire de l'air dans la chambre de combustion et en même temps à refroidir la tôlerie et la maçonnerie avant; on les manœuvre par le même moyen que celles du cendrier, leur suspension est la même.

2° Le faisceau tubulaire se compose de trois collecteurs AA. B mis en communication par les tubes vaporisateurs et les deux tubulures T de retour d'eau du collecteur supérieur B, aux deux collecteurs AA.

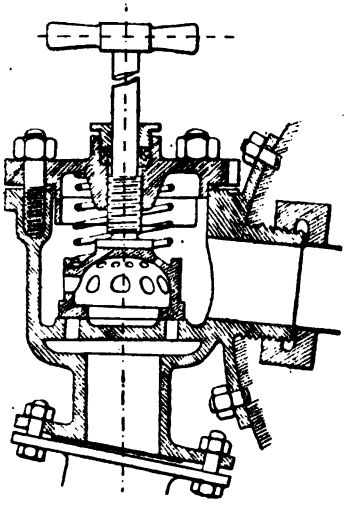


Fig. 159, vue 1 *bis*. — Régulateur d'alimentation.

Les tubes vaporisateurs sont emmanchés légèrement coniques sur les collecteurs A A et B, afin de faciliter leur entrée dans leur emboitage et d'assurer plus sûrement leur étanchéité; ils sont simplement dudgeonnés; ces tubes sont en acier étiré sans soudure. Ils sont place par rangées parallèles, mais en quinconce. En arrière de la premièr rangée est placée la deuxième; l'axe des tubes de cette deuxièm rangée passe par le milieu de la distance des axes des tubes de première, ceux des autres rangées sont disposés de la même façon Les tubes des deux premières rangées intérieures, forment la voûte o vale représentée figure 159, vue 2, et partent des deux collecteurs inf

Digitized by Google

rieurs pour rejoindre le collecteur supérieur, ils sont d'abord décroisés à leur origine des collecteurs inférieurs, puis ils se rejoignent, en se

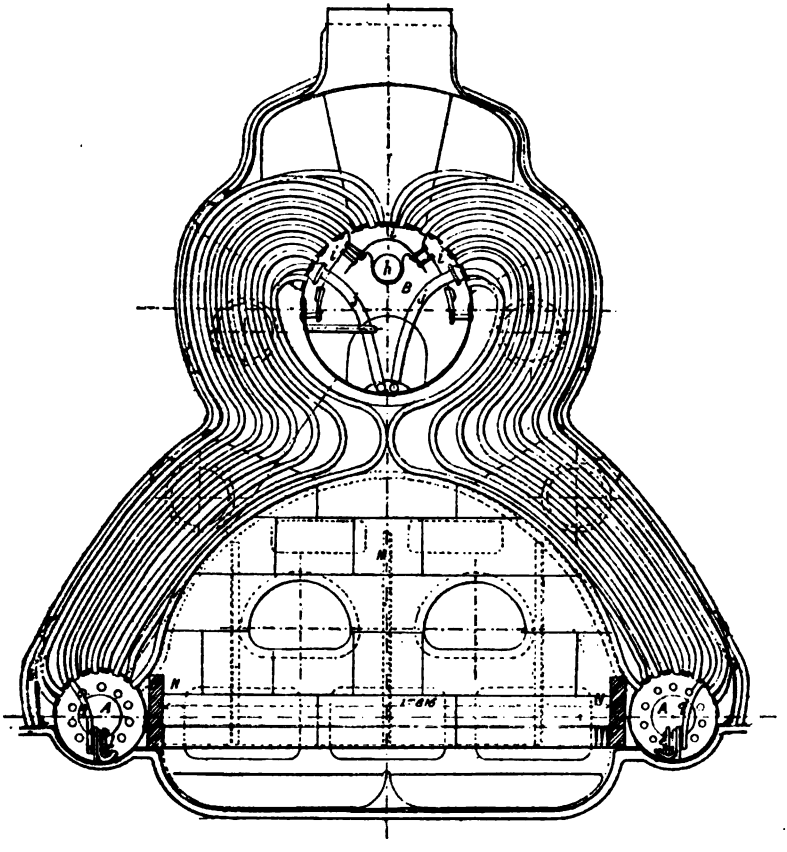


Fig. 159. — Vue 2.

Dimensions :

Timbre	14 kg.	Volume d'eau à 13 cm. au-dessous de l'axe réservoir	1 920 lit.
Surface de grille	3m²,53	Volume de vapeur	0m³,856
Surface de chauffe totale intérieur des tubes	191m²,66	Nombre de chaudières	2

errant les uns contre les autres à une distance d'environ 50 centimètres de leur origine des collecteurs inférieurs; ils ferment ainsi

Digitized by Google

tout passage aux flammes à la partie supérieure de la voûte; celles-ci sont donc obligées, de revenir sur leurs pas et de s'engager dans l'intérieur du faisceau tubulaire. Les deux rangées extérieures des tubes sont disposées de la même manière que les deux rangées inté-

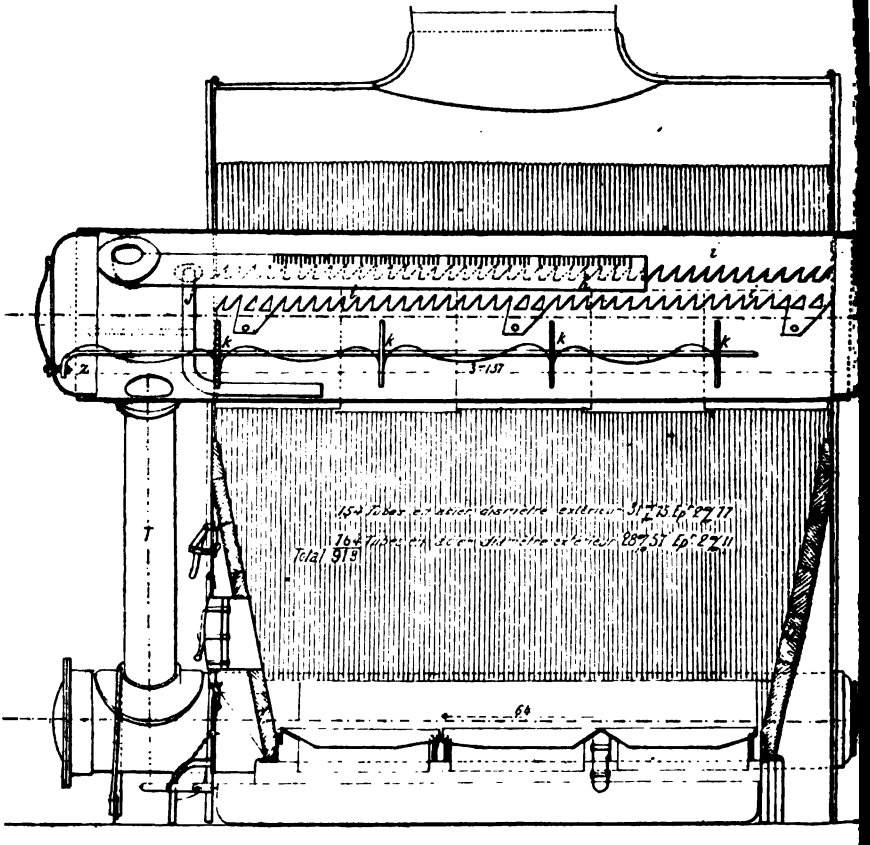


Fig. 159. — Vue 3.

rieures, c'est-à-dire que les voûtes de la rangée extérieure sont fermées par la rangée de dessous et à la même distance 50 centimètres et cette fermeture extérieure au passage des flammes continue jusqu'à environ 40 centimètres du collecteur supérieur; à partir de cette distance les tubes se séparent de nouveau comme à leur origine avec

Digitized by Google

les collecteurs inférieurs et laissent passage aux flammes qui se rendent dans la cheminée.

Les tuyaux alimentaires débouchent dans l'eau à la partie inférieure du collecteur supérieur d'eau et de vapeur ; un clapet de retenue dont on peut régler la levée est fixé sur ce coffre ; de cette

(Dessin théorique.)

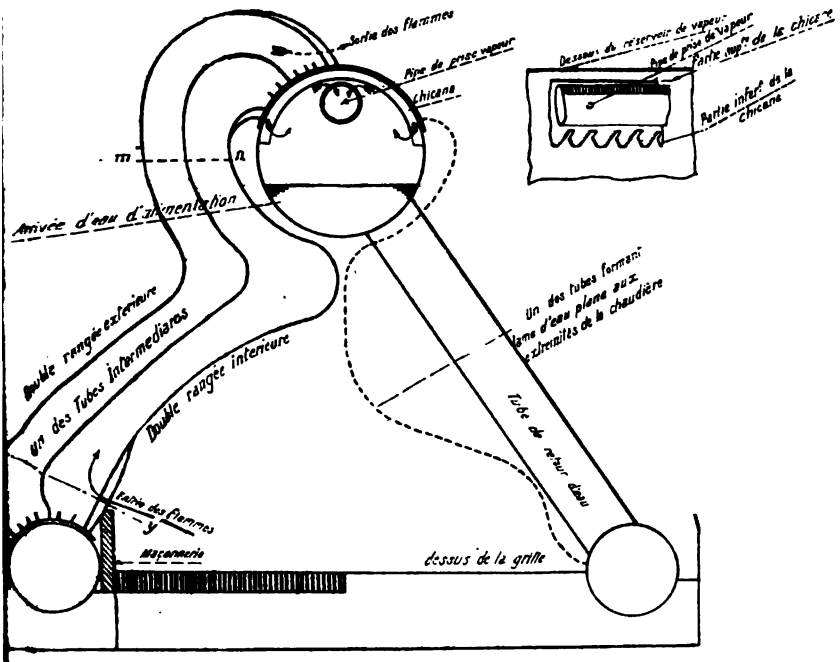


Fig. 160, vue 1. — Chaudière Thornycroft.

façon on prévient les retours d'eau chaude dans les tuyaux alimentaires.

Les tubes vaporisateurs débouchent dans la vapeur dans le collecteur supérieur ; des écrans et des chicanes en forme de gouttières avec adents sont placés au-dessus du débouché des tubes vaporisateurs pour débarrasser la vapeur de l'eau qu'elle entraine. L'aboutissement des tubes vaporisateurs dans la vapeur au-dessus du niveau de l'eau rend la circulation plus active, elle est plus du double que

Digitized by Google

celle des tubes qui débouchent dans l'eau au-dessous du niveau nor-

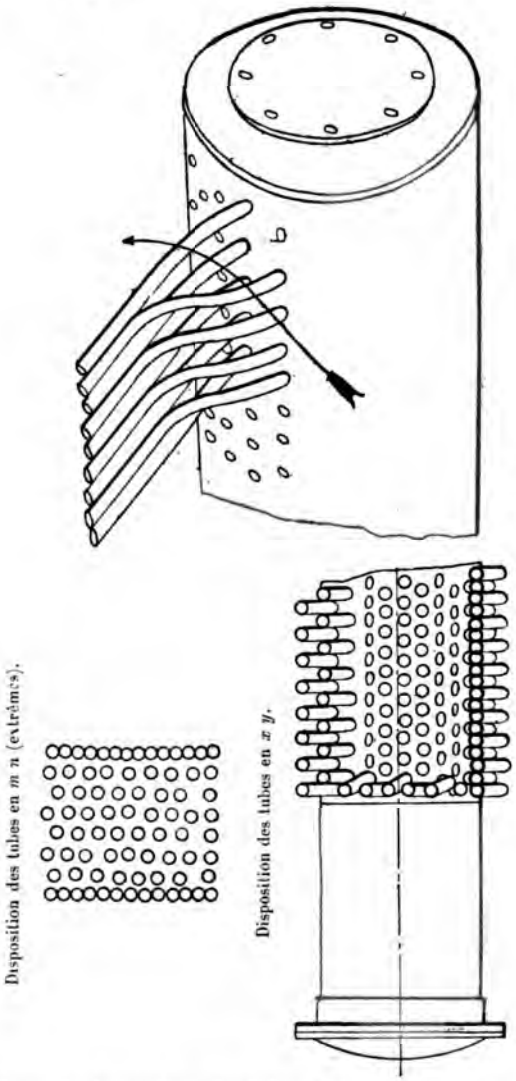


Fig. 160. — Vue 2.

mal; telle est la disposition des tubes Dutemple et Normand.

D'après des expériences qui ont été faites par les constructeurs

Digitized by Google

a été constaté que dans le cas des tubes aboutissant au-dessus du niveau de l'eau, la circulation était 105 fois plus grande que l'alimentation; c'est-à-dire que par chaque kilogramme de vapeur amené dans le collecteur supérieur par les tubes vaporisateurs, 105 kilogrammes d'eau les traversent dans le même temps. Cette expérience a été faite sur deux chaudières identiques ne différant que par le débouché des tubes, les uns débouchant dans la vapeur et les autres dans l'eau.

Cette circulation rapide est un avantage précieux pour ce genre de chaudières; que les tubes aient les formes les plus variées, cela ne les empêchera pas de se détériorer très vite si la circulation n'est pas suffisante.

Le fait avancé par le constructeur de la rapidité de la circulation de ces tubes, semble être confirmé par la pratique; car pendant plus d'une année deux torpilleurs faisant à peu près le même service d'escadre, l'un muni d'une chaudière système Dutemple, avec tubes à quatre plis, a eu souvent des tubes crevés; tandis que l'autre avec une chaudière Tornycroft n'a jamais eu de tubes crevés.

Si la circulation dans ce type de chaudières était toujours régulière et assez rapide, on aurait pu employer les tubes en laiton, dont le pouvoir calorifique est meilleur que celui du fer, et le façonnage plus facile; mais on a dû suspendre leur emploi à cause du peu de résistance qu'ils présentaient à un feu violent.

Mais il est bien certain que si les tubes en laiton eussent été baignés par l'eau, par une circulation continue, le métal ne serait ni fondu, ni déchiré. On comptait qu'en les faisant déboucher dans l'eau, ils seraient toujours baignés, mais cet avantage n'a pas été obtenu. Des expériences démontrent au contraire qu'avec cette disposition des tubes, le volume de vapeur contenu dans chaque tube vaporisateur, par rapport à l'eau, est supérieur dans les tubes complètement immergés que dans ceux qui débouchent dans la vapeur. La vapeur étant mauvaise conductrice de la chaleur, la partie des tubes qui reste assez longtemps avec de la vapeur qui ne se dégage pas assez vite, prend promptement une température qui diminue considérablement la résistance du métal.

Dans toutes les chaudières multitubulaires, il est indispensable d'avoir des retours d'eau puissants et placés en dehors de l'action du feu, si l'on veut assurer une bonne circulation dans les tubes vaporisateurs. Un fait d'expérience a été remarqué sur ce qui se passe dans ces chaudières, à propos des entrainements d'eau auxquels elles sont sujettes. D'abord la nature des eaux, y est pour beaucoup. L'eau d'alimentation renfermant des sels, l'eau de mer par exemple, mélangée en parties égales avec de l'eau douce donne lieu à des entraînements d'eau. Pendant l'ébullition il se produit une écume consistant en une quantité de bulles de différentes grosseurs. Ces bulles ne se brisent qu'au bout d'un temps plus ou moins long et

Digitized by Google

peuvent même remplir le coffre à vapeur de la chaudière. Quand cet état existe, la vapeur qui circule dans les tuyaux de vapeur à la machine, par la rupture des bulles choquant les tuyaux et se choquant entre elles, entraîne une grande quantité d'eau dans les cylindres. Ces bulles ne se produisent pas avec de l'eau pure; mais elles se forment avec de l'eau impure, et tout aussi facilement dans les tubes qui émergent dans l'eau que dans les tubes qui émergent dans la vapeur.

Avec de l'eau pure, les tubes vaporisateurs émergeant dans la vapeur, laissent échapper alternativement de l'eau et de la vapeur, d'une façon régulière.

Lorsque les tubes émergent dans l'eau, le courant est plus irrégulier, avec la même pureté de l'eau, la vapeur et l'eau arrivent ensemble dans le coffre à vapeur et avec cette disposition il arrive ce fait : que dans un arrêt momentané du courant, l'eau retourne en arrière dans le tube et vient rencontrer la colonne d'eau ascendante, il y a donc choc entre les deux colonnes et il peut en résulter des entraînements d'eau.

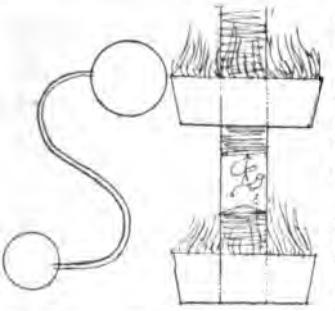


Fig. 161. — *Geiser.*

Il résulte donc de ces faits observés que l'aboutissement des tubes dans la vapeur paraît être supérieure à l'aboutissement dans l'eau, au point de vue de la régularité de la circulation de l'eau et de la vapeur qui ne reviennent jamais en retour sur la colonne ascendante de même nature.

Mais de toutes ces particularités, des entraînements d'eau, de l'intensité de la circulation, dans sa manière de se produire plus ou moins régulièrement, il ne serait pas impossible de comparer le fonctionnement de ces chaudières à celui du *Geiser;* c'est-à-dire que cette circulation se produirait par soubresauts et que, pendant un certain temps, des tubes vaporisateurs seraient dépourvus d'eau et rougiraient dans l'intervalle entre deux poussées de la colonne liquide. Il faut bien que quelque chose de semblable se passe ainsi, car les tubes ont généralement la même résistance, la chaleur du foyer, à un moment donné, est la même partout, elle ne varie que dans l'intérieur du faisceau et alors on peut se demander pourquoi un certain nombre de tubes viennent-ils à être brûlés et en diverses parties du faisceau tubulaire ? Au début de ces chaudières, on a vu des tubes d chaudières Belleville se cintrer, se crevasser, les tubes des chaudièr Dutemple se brûler ; de même, et d'une façon encore plus accentu ceux de la chaudière Petit et Godard.

Le phénomène que l'on appelle fonctionnement du *Geiser* et q l'on reproduit pratiquement avec un tube fermé à sa base, plein d'ea

Digitized by Google

à l'aide de deux foyers, dont l'un est placé à la base et l'autre à une certaine hauteur, peut parfaitement se produire dans les chaudières multitubulaires, dans un endroit quelconque du faisceau tubulaire, mais favorable à la reproduction du phénomène ; il peut très bien se trouver un deuxième centre de combustion et, dans ce cas, on se trouve dans des conditions identiques à celles de l'expérience.

Les grands tubes de retour d'eau des chaudières Thornycroft, en dehors du foyer, rendent ce phénomène moins sensible, l'eau arrivant abondamment, remplit très vite les tubes. Le constructeur de ces chaudières semble s'être occupé de cette question, car il a multiplié les connexions entre les collecteurs supérieurs et les collecteurs inférieurs. (Voir la figure 162.)

Belleville les a portés à trois sur les chaudières du *Bugeaud* et du *Latouche-Tréville*, et à deux seulement sur le *Pothuau*, mais avec des dimensions plus grandes. M. Normand en a mis également trois, deux à l'avant et une à l'arrière des collecteurs.

Il peut être intéressant de rapprocher les résultats obtenus avec la chaudière Dutemple du torpilleur n° 54, de ceux qu'ont donnés les chaudières du *Coureur*, type Thornycroft.

Les considérations déduites de cette comparaison sont :

1° *Sensibilité*. — La chauffe est plus délicate, les variations de pression sont plus grandes sur le 54 que sur le *Coureur*, la chaudière du 54 est, en un mot, plus sensible que ne le sont celles du *Coureur*, dans les conditions, du moins, où les deux genres de chaudières ont été essayés.

Les dispositions adoptées sur la chaudière Thornycroft, en isolant du foyer, pour ainsi dire, la majeure partie des tubes, peut contribuer sans doute à rendre la chaudière moins sensible, sinon à l'état de ses feux, du moins aux ouvertures des portes de foyer. Mais la cause principale de l'excès de sensibilité de la chaudière du 54 sur celle du *Coureur*, est la différence des volumes employés dans les deux chaudières, $2^{l},36$ par cheval sur le *Coureur* et $1^{l},58$ seulement sur le 54. Il ne faudrait donc demander que 300 chevaux à la machine du torpilleur 54 pour qu'à ce point de vue la chaudière de ce torpilleur fût dans les mêmes conditions que les chaudières du *Coureur* donnant 764 chevaux.

D'ailleurs le mode de chauffage adopté sur le *Coureur* et consistant à pousser la pression jusqu'à la levée des soupapes de sûreté, la décharge de l'une des chaudières dans la machine alimentée par l'autre, obtenue par la manœuvre judicieuse de la soupape au tuyau de communication des deux tuyaux de vapeur, ont atténué, ainsi qu'on l'a fait observer, les montées de pression dans les chaudières du *Coureur*.

Sur le 54, au contraire, les soupapes étaient chargées à 10 kilogrammes et la pression tenue aux environs de 9 kilogrammes ; il est

Digitized by Google

vrai que l'on a dû, à diverses reprises, entr'ouvrir les portes du foyer pour empêcher la pression de passer 9kg,500.

2° *Entraînements d'eau.* — Nous sommes ici en présence de différences considérables entre les deux chaudières sur deux points : le rapport du volume de vapeur au volume d'eau, l'aboutissement des tubes dans le réservoir supérieur. Le rapport du volume de vapeur au volume d'eau est 1 dans la chaudière Dutemple, il n'est que de 0,48 dans la chaudière Thornycroft. C'est là une divergence considérable et qui pourrait peut-être expliquer à elle seule de grandes différences dans le degré d'humidité de la vapeur produite par les deux chaudières. D'un autre côté, les tubes aboutissent dans la vapeur sur la chaudière Thornycroft, dans l'eau sur la chaudière Dutemple.

Il y a évidemment ébullition tumultueuse dans les tubes des deux chaudières et la disposition de M. Thornycroft exige l'addition d'écrans et chicanes pour l'assèchement de la vapeur mélangée forcément d'eau à son entrée dans le coffre à vapeur. Quelle disposition est préférable ? Est-ce à la disposition des aboutissements des tubes du *Coureur* qu'il faut attribuer les entraînements d'eau observés ; est-ce plutôt elle qui a permis la diminution du rapport du volume de vapeur au volume d'eau ? C'est là une question fort délicate et susceptible d'appréciations diverses. Quoi qu'il en soit, l'addition des chicanes sur la chaudière Thornycroft est plutôt une complication, et le fait est que les plus fortes variations d'allure n'ont jamais déterminé le moindre entraînement d'eau sur le 54, tandis que sur le *Coureur*, il tendait à s'en produire à tout moment à grande allure.

3° *Utilisation des gaz de la combustion.* — On sait qu'aux premiers essais de la chaudière du 54, on a fréquemment observé à grande vitesse un panache de flammes à la sortie de la cheminée ; mais que, d'un autre côté, dans les derniers essais, les simples rentrées d'air obtenues par le moyen de trous percés dans la maçonnerie du foyer, ont fait disparaître toute trace de flamme dans la fumée. Nous n'avons donc pas à nous occuper de la question des flammes soulevées lors des premières expériences faites sur le 54, puisqu'elle s'est évanouie devant l'emploi d'un moyen aussi simple, qui complète le mode de fonctionnement naturel de la chaudière Dutemple. Nous ferons remarquer que les dispositions des tubes dans les deux chaudières, le peu de hauteur des tubes au-dessus des grilles dans la chaudière Dutemple, la constitution d'un véritable foyer où peut s'achever la combustion des gaz de la houille dans la chaudière Thornycroft, expliquent facilement et la nécessité des arrivées d'air par côté, dans la chaudière Dutemple, et l'absence naturelle de panache de fumée dans la chaudière Thornycroft.

Mais, malgré l'emploi des rentrées d'air par les côtés du foyer, la température des gaz de la combustion à la base de la cheminée du 54 est très élevée aux allures maxima ; la peinture se détache au bas de la cheminée. Sur le *Coureur*, au contraire, la cheminée n'est pas t

Digitized by Google

chaude, la peinture n'a pas souffert. Les gaz de la combustion se dépouillent donc mieux de leur chaleur dans les chaudières du *Coureur* que dans celles du 54, aux chauffes les plus poussées, du moins.

Mais c'est là surtout une question de quantité dans la production de vapeur que l'on demande à la chaudière, et nous aurons l'explication principale de ce fait dans la considération des surfaces de chauffe par

Élévation de face.

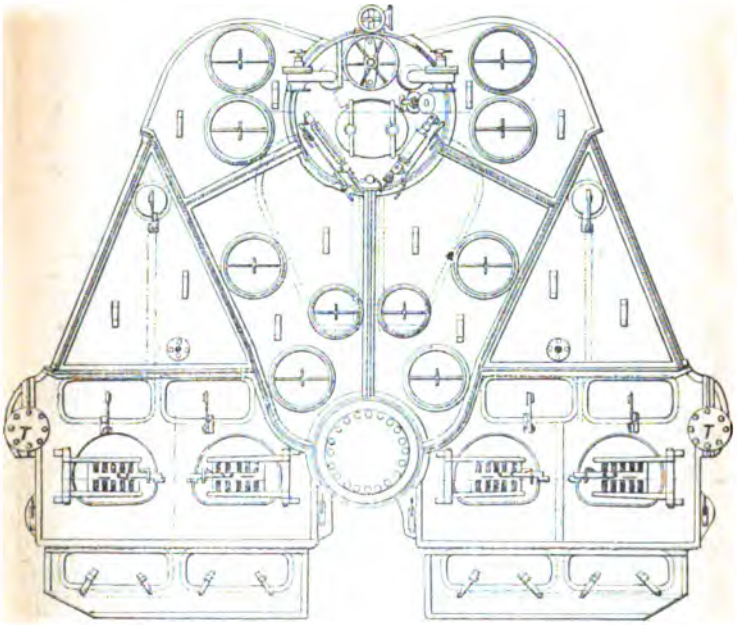


Fig. 162, vue 1. — Nouvelle chaudière Thornycroft.

cheval, qui sont les suivantes : $17^{dmq},8$ sur le 54, $24^{dmq},5$ sur le *Coureur*. Il semble donc, d'après ces considérations, que l'utilisation du charbon doive être meilleure, toujours aux allures maxima des essais, dans les chaudières du *Coureur* que dans celle du 54.

Pourtant, malgré l'emploi d'un charbon tout à fait supérieur, la consommation par cheval sur le *Coureur* ($1^{kg},4407$), dépasse celle du 54 ($1^{kg},35$) où l'on brûlait de l'Anzin spécial. Mais les chiffres relevés ne permettent pas une comparaison sûre entre les deux chaudières, car, outre que la nature des charbons employés est très différente, les consommations ont été, sans aucun doute, très augmentées, sur le *Coureur*, par les entrainements d'eau et les quelques levées de

Digitized by Google

soupapes de sûreté ; sur le 54, par les ouvertures de la porte de foyer faites par moments pour empêcher la pression de monter au delà du timbre de la machine.

Coupe transversale.

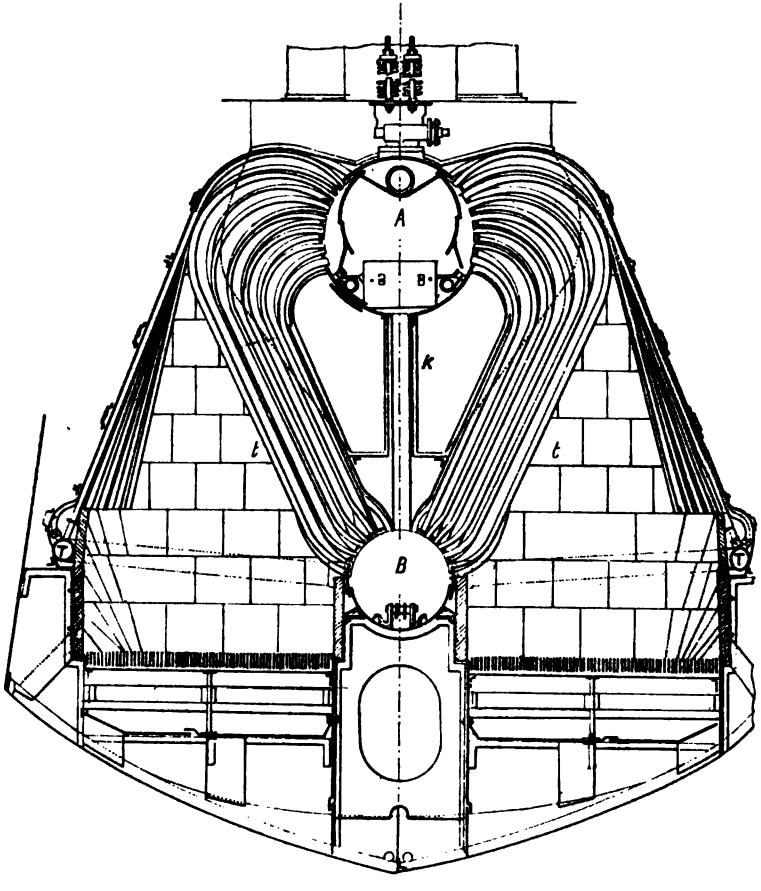


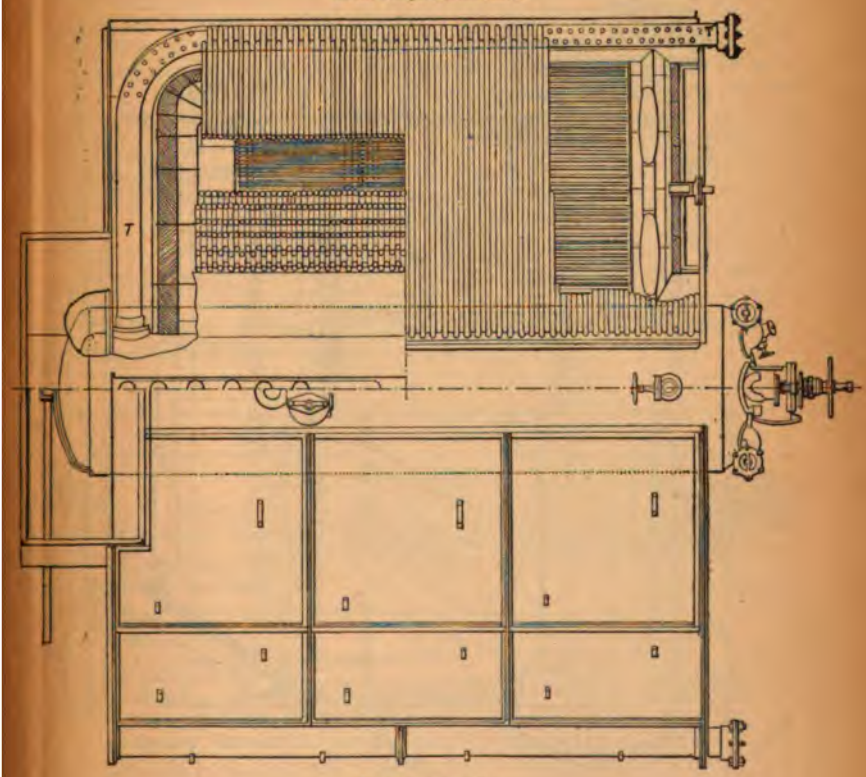
Fig. 162. — Vue 2.

Nouvelle chaudière Thornycroft (fig. 162). — Cette nouvelle chaudière est formée par deux collecteurs A et B, placés horizontalement et au-dessus l'un de l'autre et par deux tubes T T de plus petit diamètre, placés sur les côtés, communiquant par des petits tubes ordinaires formant surface de chauffe. La partie la plus importante de cette surface

Digitized by Google

de chauffe est formée par le faisceau tubulaire *tt* formé de six rangées ; ces tubes sont mandrinés comme dans le premier type de chaudière et ils débouchent, les uns au-dessus du niveau, dans la vapeur, et les autres dans l'eau. De chaque côté, une seule rangée de tubes,

Demi-coupe horizontale.



Demi-vue en plan.

Fig. 162. — Vue 3.

partie supérieure du réservoir d'eau et de vapeur se recourbe et descend aux petits cylindres latéraux TT. Ces tubes sont serrés côte à côte, excepté à leurs extrémités où ils se séparent afin de donner la facilité pour faire les joints, tant dans le collecteur supérieur A, que dans les tubes latéraux TT. A la partie supérieure, sur le collecteur A, ils ont la forme des autres tubes et ils sont mandrinés. A leur partie

Digitized by Google

inférieure et de deux en deux, ils sont cintrés à l'extérieur et les vides ainsi formés sont fermés par des briques réfractaires. Ces deux séries de tubes extérieurs ainsi serrés les uns près des autres ont pour but

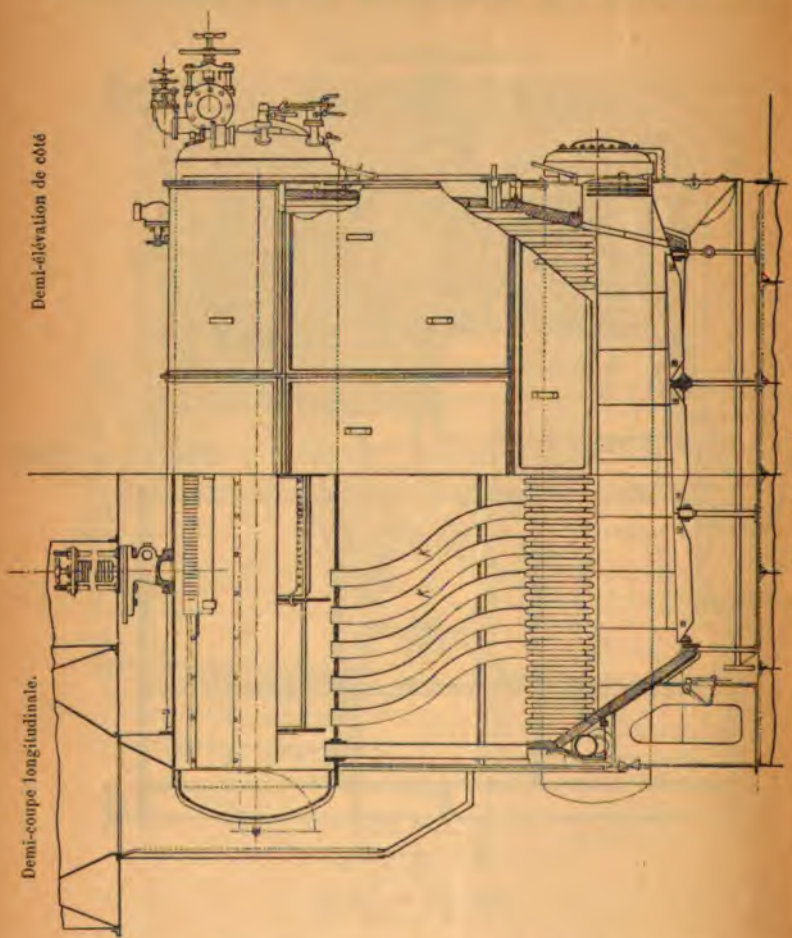


Fig. 162. — Vue 4.

de former une paroi isolante entre la chambre de combustion et l'extérieur. Le tout est enveloppé par une enveloppe également isolante. Le rideau formé par les tubes extérieurs est un excellent isolant, car leur température ne peut guère s'élever au-dessus de celle de la vapeur, à moins de surchauffe qui n'est pas très à craindre à cause

Digitized by Google

de la facilité de circulation de l'eau et des communications entre les collecteurs. Les joints de ces tubes extérieurs avec les petits cylindres latéraux, sont faits au moyen de presse-étoupes, ils sont encore protégés du côté du foyer par une petite cloison réfractaire. Dans les deux faisceaux tubulaires situés au centre de la chaudière, les rangées des tubes du côté des grilles ont aussi leurs tubes serrés, de manière à former comme une lame d'eau dans la chambre de combustion; il n'y a que vers leurs extrémités qu'ils s'écartent afin de permettre aux gaz de s'échapper par la cheminée. Le fond de la chaudière est simplement formé par une cloison verticale en briques réfractaires. Les deux collecteurs A et B sont en outre réunis par une série de tubes KK assurant leur communication, ils remplacent les deux grosses tubulures extérieures des anciens types, ils ont la forme d'un S afin de permettre leur dilatation. Comme il est indiqué par la figure 162, le foyer est divisé en deux parties, le collecteur B est protégé par des briques réfractaires. Cette division du foyer et la disposition générale des tubes et collecteurs donnent une facilité pour la chauffe et une chambre de combustion assez vaste, le nettoyage des tubes est plus facile que dans l'ancien. Le reste des organes de la chaudière est resté le même.

6° CHAUDIÈRES PETIT ET GODARD

(Fig. 163.)

Ce système de chaudières comprend les chaudières à chauffage au charbon et les chaudières à chauffage au pétrole. Nous parlerons plus loin des dernières.

Les premières comprennent :

1° Le foyer;

2° La chaudière proprement dite.

1° *Foyer.* — Le foyer se compose d'une voûte en briques réfractaires, représentée figure 163, vue 2.

Entre les briques et la tôle-enveloppe, se trouve une lame d'air isolant les briques de cette-enveloppe et diminuant, par conséquent, leur rayonnement.

Ces briques sont maintenues à l'aide d'un boulon recourbé, à angle droit, une clavette fixe l'autre extrémité de ce boulon sur la tôle enveloppe.

La lame d'air est alimentée par des trous percés en quinconce sur la tôle enveloppe. Un tuyau extincteur de vapeur et d'eau arrive par la partie supérieure de la voûte. (*Comme dans les chaudières Dutemple, il existe un tuyau de dégagement des gaz.*) La surface de grille se compose de trois rangées dont deux d'égales dimensions et une troisième plus petite, située près de l'autel, rendue mobile à l'aide d'un levier

Digitized by Google

Vue de face. Coupe transversale par le faisceau. Emmanchement des tubes.

Coupe *ab*.

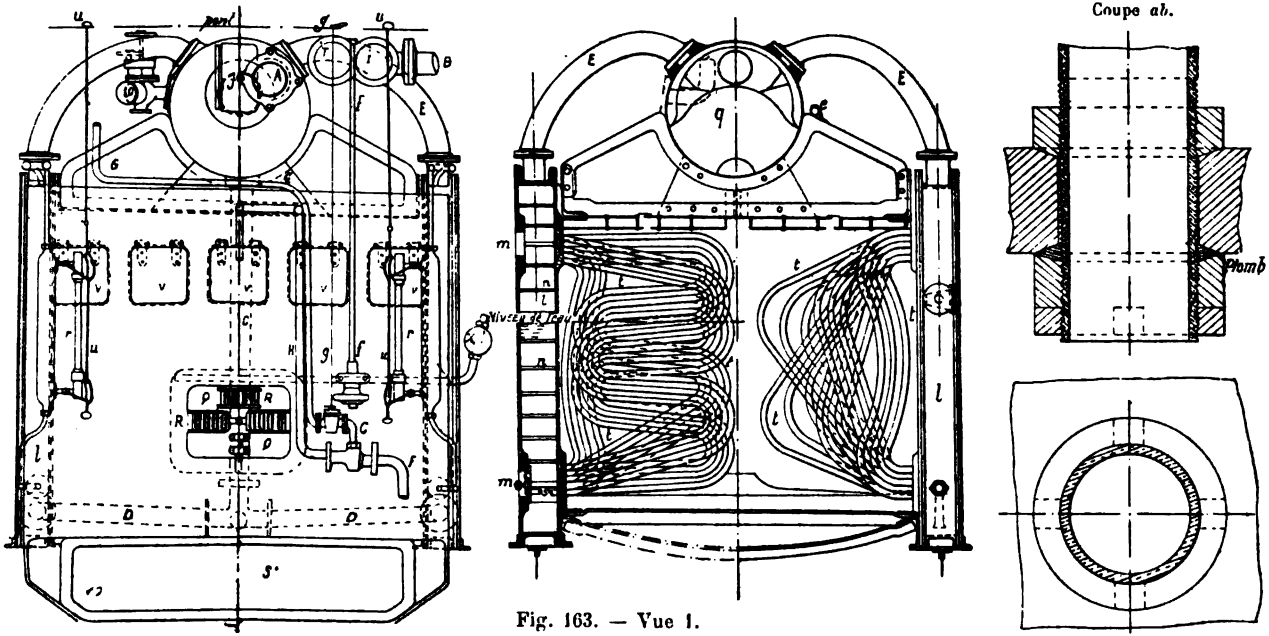


Fig. 163. — Vue 1.

A, tuyau de vapeur de la machine.
B, tuyau d'évacuation des soupapes de sûreté.
C, Communication du coffre à vapeur avec les collecteurs inférieurs.
D, collecteurs inférieurs.
E, tuyau de communication des lames avec le coffre.
F, arrivée d'eau de mer dans l'extincteur.
G, arrivée de vapeur dans l'extincteur.
H, tuyau de passage de l'eau d'extinction du four.

I, soupape de sûreté.
J, boîte de la soupape d'arrêt.
M, boîte des soupapes des prises de vapeur des machines auxiliaires et des injecteurs des portes AV et AR.
P, tuyau extincteur.
Q, porte du fourneau.
N, O, tringle de manœuvre du robinet d'extraction AV.
R, [illegible]

S, porte de cendrier.
T, tubes de niveau.
U, manœuvre des robinets et des tubes de niveau.
V, portes permettant d'amener de l'air frais sur le dessus des briques du ciel.
X, contrepoids du levier de manœuvre de la porte du fourneau.
Z, boîte de la soupape de retenue de l'eau d'alimen[illegible]

Digitized by Google

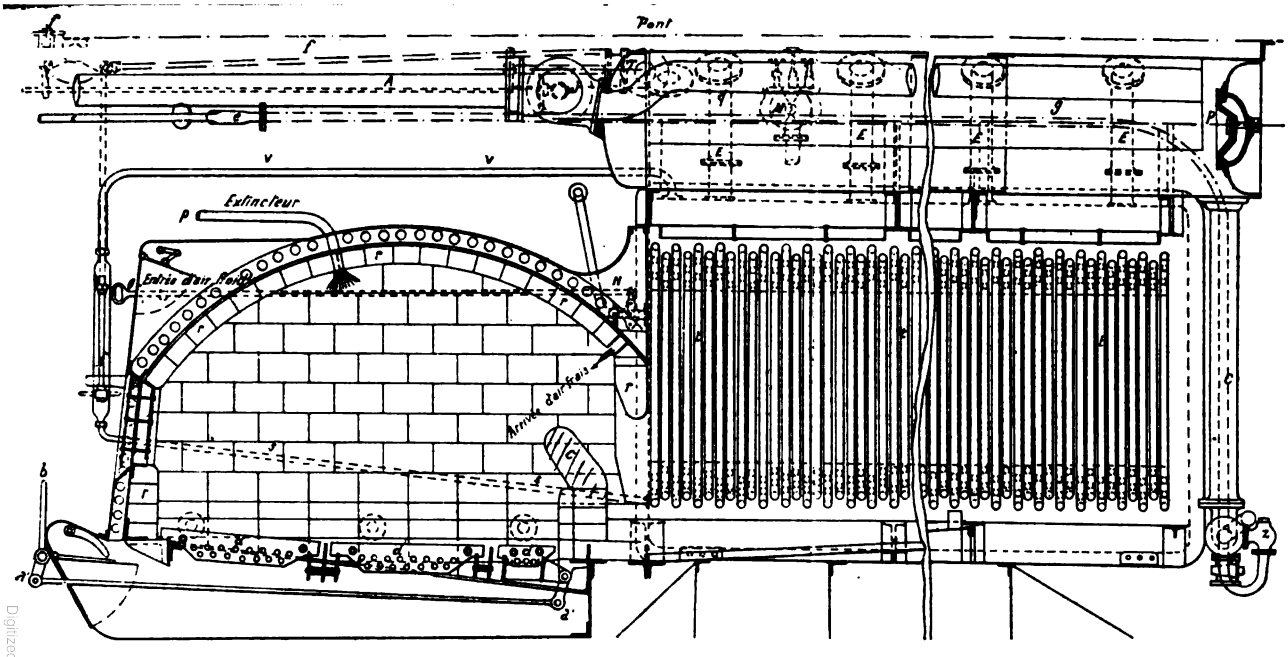


Fig. 163. — Vue 2.

b, *a*, *a*, manœuvre du plan de grille AV permettant la mise bas des feux.
c, autel.
d, barreau de grille.
e, arrivée d'eau d'alimentation.
f, manœuvre des soupapes de sûreté.
g, manœuvre de l'extincteur des feux.
q, coffre à vapeur.
l, tubes.
l, lames d'eau.
m, portes de visite des lames d'eau.
n, entretoises.
q, trou d'homme du coffre à vapeur.
r, briques formant le fourneau.
ss, tuyau de prise d'eau du tube de niveau.
v, *v*, tuyau de prise de vapeur du tube de niveau.

Nota. — Le serrage des tubes a lieu au moyen de deux boulons écrasant une rondelle en plomb.

Digitized by Google

coudé manœuvré à l'aide d'une tringle. Cette grille mobile a pour but de laisser tomber les cendres et les escarbilles dans le cendrier. L'autel, comme on le voit, est formé de briques réfractaires et formant un passage pour la flamme qui est obligée de se redresser quand elle rencontre la partie inférieure de l'autel et de s'infléchir quand elle rencontre la partie supérieure fixée à la voûte.

Sur la face avant de la chaudière, se trouvent plusieurs portes V permettant d'introduire de l'air frais sur la voûte des briques réfractaires.

La porte du fourneau porte également des évents à coulisse que l'on peut ouvrir plus ou moins.

2° *Chaudière proprement dite.* — Elle se compose de deux lames d'eau verticales fermées sur leur contour par des cornières en U et entretoisées. Sur leurs faces intérieures, en haut et en bas, sont fixées les extrémités filetées des tubes générateurs à l'aide d'écrous et de contre-écrous. (Ces tubes doivent être en acier doux afin

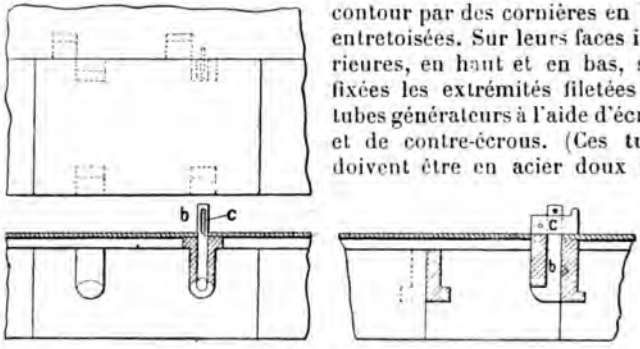


Fig. 163, vue 3. — Fixation des briques réfractaires à la voûte.

d'être plus résistants. Sur la « Salve » ceux qui ont eu cuivre se sont complètement ouverts en formant une face plane), une rondelle en plomb interposée entre la plaque et l'écrou assure l'étanchéité.

Les extrémités inférieures des tubes communiquent avec l'eau et l'extrémité supérieure avec la vapeur dans les conditions d'un niveau normal. La face supérieure de chaque lame d'eau est mise en communication par les tubulures E avec un cylindre G qui sert de coffre à vapeur et sur lequel sont fixées les diverses soupapes et prises de vapeur ; à la partie inférieure, les lames d'eau communiquent par un tuyau horizontal D sur lequel est greffé au milieu de sa longueur le tuyau de purge C du réservoir à vapeur, sur ce dernier qui porte une bride de jonction vient se greffer le tuyau alimentaire muni de la soupape *z* de retenue.

Dans les lames d'eau et en face de l'emmanchement de chaque groupe de tubes, se trouvent des autoclaves dont les joints sont faits, soit avec des rondelles en caoutchouc et de la toile métallique interposée, soit avec de la toile ordinaire enduite de céruse. En cas d'avaries on enlève ces portes pour vider la chaudière et enlever les

Digitized by Google

écrous de fixation des tubes sur la partie intérieure de chaque lame d'eau.

Les avantages que présentent ces chaudières appartiennent au type des multitubulaires, c'est-à-dire leur prompte mise en pression et de plus la séparation de la chaudière et du foyer qui ne sont reliés que par des équerres et des boulons, on peut donc les écarter à volonté, en cas d'avaries ; par la combustion aussi complète que possible des gaz, ce qui évitait les panaches de fumée. La production de vapeur par kilogramme de charbon est supérieure à ceux des autres types multitubulaires.

Leurs inconvénients consistent d'abord dans leur encombrement ; dans l'entretien de la voûte en briques, du foyer ; dans la chaleur perdue accumulée dans la maçonnerie qu'on lui a communiqué avant l'arrivée au mouillage et dans l'impossibilité de stopper dès la mise bas des feux, afin d'user la pression produite par le rayonnement des briques ; dans la grande variété de formes des tubes, dans la difficulté de reconnaître ceux qui fuient, mais surtout dans le défaut de circulation de l'eau dans les tubes. Ces chaudières n'étant pas munies de tubes de retour à l'extérieur du foyer, la circulation se fait incomplètement dans les tubes vaporisateurs, ce qui a provoqué durant les essais à toute puissance d'un aviso torpilleur, la fusion complète des tubes.

Ces chaudières jusqu'ici n'ont pas donné de bons résultats, quand il a fallu élever la consommation de charbon à 300 kilogrammes par mètre carré de grille.

Tableau comparatif entre les chaudières Dutemple, Petit-Godard et type Locomotive.

Désignation des chaudières :	Dutemple.	Torpilleurs n°s 65 et 74	Petit-Godard
Nombre de corps. . .	2	1	1
Date des essais. . . .	11 février 1886	mars 1886	décembre 1890
Durée des essais. . .	2 heures.	3 heures.	3 heures.
Charbon brûlé à l'heure	800 kilogr.	572 kilogr.	573 kilogr.
— brûlé par heure et mq. de surface de grille	210 kilogr.	334 kilogr.	273 kilogr.
Eau vaporisée à l'heure.	4700	4 062	4 836
— vaporisée par kilogramme de charbon.	587	710	845
Tirage en mm. d'eau.	80 à 110	45	70 à 80
Poids d'un appareil. .	11 166 kilogr.	10 500 kilogr.	9 600 kilogr.
— de la chaudière par kilogr. d'eau vaporisé	2kg,375	2kg,584	2 kilogr.

Digitized by Google

7° CHAUDIÈRES TRÉPARDOUX

(Fig. 164, 165.)

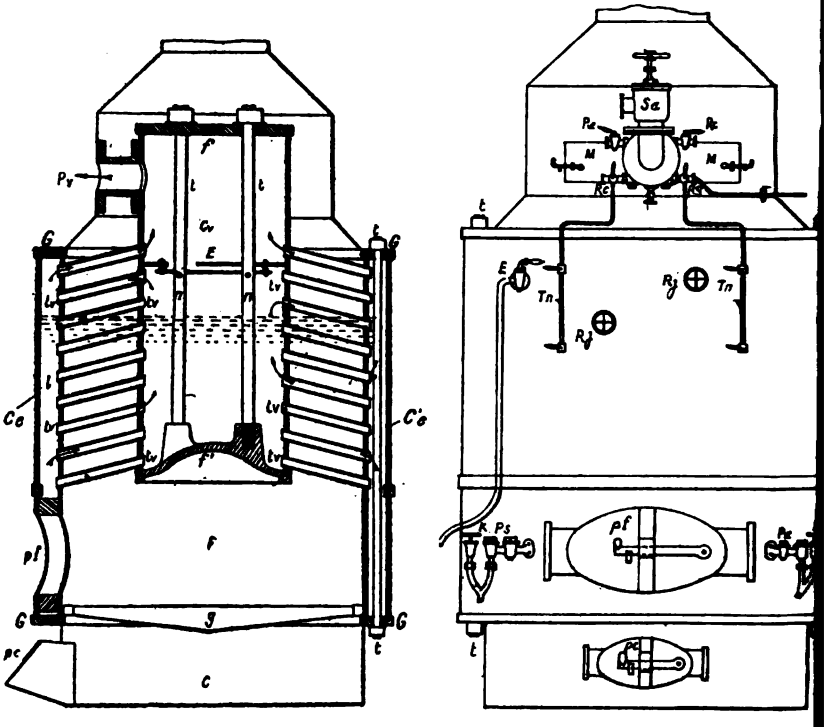


Fig. 164, vue 1. — Chaudière Trépardoux pour canots et vedettes.

pf, porte du foyer.
pc, porte du cendrier.
g, grilles.
F, foyer.
c, cendrier.
tv, tubes vaporisateurs.
l, lame d'eau.
cv, cylindre renfermant l'eau et la vapeur.
R, prise de vapeur principale.
S*a*, soupape d'arrêt.
S*s*, soupape de sûreté.
R*c*, évacuation du condenseur.
M, porte de ramonage.
R*t*, prise de vapeur de la turbine.
t, tirants.
R*e*, prise de vapeur de l'éjecteur.
R*g*, prise de vapeur de la machine Gramme.
E, extraction de surface.
T*n*, tubes de niveau.
R*j*, robinets jauges.
P*s*, alimentation par le petit cheval.
K, retour d'eau d'alimentation par le pe cheval.
P*a*, régulateur d'alimentation par la pomp
S, prise de vapeur du sifflet.
E*f*, extraction de fond.
V, robinet de vidange.
H, alimentation par la pompe à bras.
I, retour d'eau de la pompe à bras.
T, tôles de séparation de l'eau et de la vape

Digitized by Google

Cette chaudière est verticale et cylindrique, à circulation d'eau et de vapeur dans l'intérieur des tubes et à courant de flammes extérieures.

Elle se compose de trois cylindres concentriques :

1° D'un cylindre enveloppe ;

2° D'un cylindre foyer ;

3° D'un cylindre bouilleur.

Le cylindre foyer et le cylindre bouilleur sont en communication par une série de tubes *t*, qui constituent le faisceau tubulaire ; ces tubes sont inclinés pour faciliter la circulation des bulles de vapeur

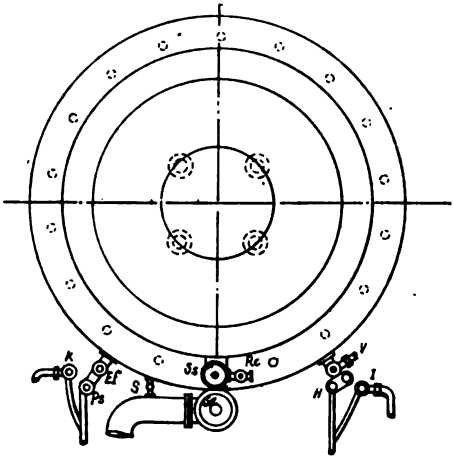


Fig. 164. — Vue 2.

et celle de l'eau qui vient les remplacer ; ils sont de plus disposés d'une façon hélicoïdales pour obliger les flammes de les envelopper le plus possible ; la deuxième rangée est placée dans les vides de la première et la troisième dans les vides de la deuxième et ainsi de suite.

Le cylindre bouilleur central CV', est fermé à chacune de ses extrémijés par deux fonds *f*, *f*' ; les joints se font à l'aide de rondelles d'amiante introduites dans des rainures circulaires pratiquées dans les fonds ; pour le joint du fond F' du foyer on a été obligé d'y ajouter du minium pour assurer l'étanchéité ; on serre ses joints à l'aide de quatre boulons verticaux *t* ; un écran E composé de deux plaques superposées et espacées l'une de l'autre d'environ 4 centimètres. La première plaque repose sur des goupilles *nn* traversant les deux tirants ; des ressorts à boudin intercalés entre les deux plaques en maintiennent l'écartement. Cet écran divise le bouilleur en deux

Digitized by Google

compartiments, l'inférieur réservé à l'eau d'alimentation et l'autre à

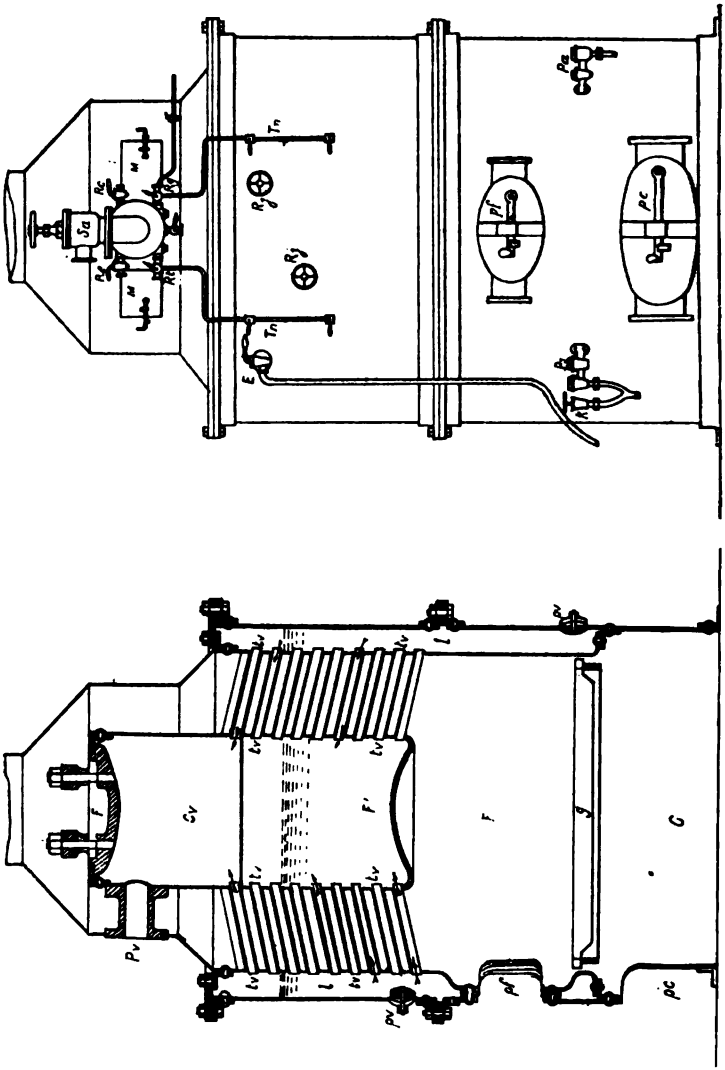


Fig. 166, vue 1. — Chaudière Trépardoux pour torpilleur.

la vapeur ; il empêche les entraînements d'eau ; les deux cylindres extérieurs C*e* et C'*e* sont également réunis par des boulons et les

Digitized by Google

couronnes G dans lesquelles ont été pratiquées des rainures ; les joints se font également avec des rondelles d'amiante trempées dans l'huile de lin. L'entrée du foyer est formée par une bande de fer rivetée aux parois des deux cylindres. L'alimentation de cette chaudière se fait à l'aide de trois pompes avec des refoulements indépendant munis de soupape de retenue. En marche, c'est la pompe mue

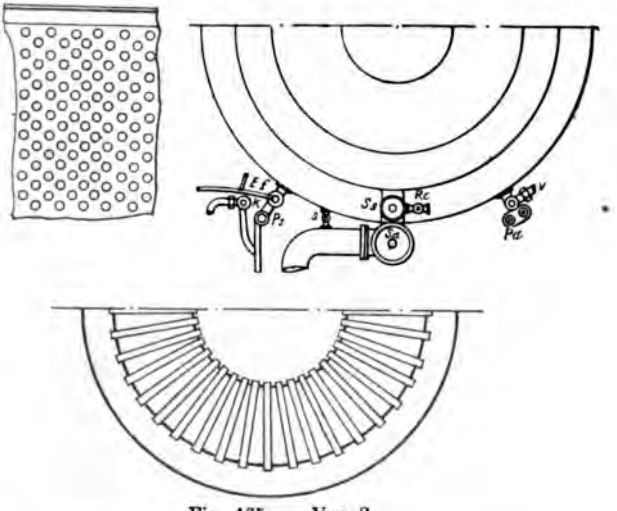


Fig. 165. — Vue 2.

pf, porte du foyer.
pc, porte du cendrier.
pv, porte de visite.
q, grilles.
F, foyer.
C, cendrier.
tv, tubes vaporisateurs.
l, lame d'eau.
Cv, cylindre renfermant la vapeur.
Pv, prise de vapeur principale.
Sa, soupape d'arrêt.
Ss, soupape de sûreté.
Rc, évacuation au condenseur.
Re, prise de vapeur de l'éjecteur.
M, porte de ramonage.
R*t*, prise de vapeur de la turbine.
R*g*, prise de vapeur de la machine Gramme.
E, extraction de surface.
T*a*, tubes de niveau.
R*j*, robinets jauges.
P*s*, alimentation par le petit cheval.
K, retour d'eau d'alimentation par le petit cheval.
P*a*, régulateur d'alimentation par la pompe.
S, prise de vapeur du sifflet.
E*f*, extraction de fond.
V, robinet de vidange.

par la machine motrice qui alimente ; en cas d'avarie de celle-ci, on alimente par une pompe conduite par le ventilateur ; et enfin pour faire le plein et dans un stoppage, on peut alimenter par une pompe à bras.

Ce type de chaudières employé sur les torpilleurs (figure 165) présente peu de différence avec le précédent en usage dans les vedettes (fig. 164). Le fond du cylindre central est renforcé d'une forme bombée et ne porte pas de tirants. La partie supérieure est fermée

Digitized by Google

par un autoclave. Les cylindres extérieurs sont également fermés par des joints ordinaires.

Les avantages de cette chaudière sont : sa puissance sous un petit volume; sa prompte mise en pression (40 minutes environ), la haute pression (10 kilogrammes) à laquelle elle fonctionne.

Les inconvénients se présentent par la difficulté d'obtenir l'étanchéité de joints; de plus, ces joints doivent être défaits chaque fois que l'on doit nettoyer l'intérieur de la chaudière.

Le ramonage est difficile et long ; on l'opère à la vapeur, en introduisant le jet par des portes pratiquées sur l'enveloppe de la flamme au-dessous de la base de la cheminée ; le remplacement d'un tube est une opération assez délicate, il faut le sortir sans détériorer le contour de ses trous d'emmanchement; dans cette chaudière, il faut démonter les joints des cylindres extérieurs et intérieurs pour le remplacer.

8° CHAUDIÈRES BABILLOT

(Fig. 166.)

Ce type de chaudières, destinées aux torpilleurs de 1re classe, construites par l'établissement Cail, se compose d'un faisceau tubulaire, générateur constitué par une série de tubes ainsi disposés :

Dans chaque tube enveloppe T dit bouilleur qui est enveloppé extérieurement par la flamme est un tube intérieur *t*, traversé intérieurement par la flamme et enveloppé par l'eau contenue par le tube bouilleur; l'eau est donc chauffée intérieurement et extérieurement par les deux tubes qui sont tous deux léchés par les flammes; il en est de même pour chaque tube.

Le tube bouilleur est rivé à chacune de ses extrémités à une boite en acier moulé, le tube intérieur qui est du genre Berhindorf, terminé à ses deux bouts par des renflements parfaitement tournés et ajustés avec soin, s'emboîtant sur les faces extérieures des boites de la même façon que dans une plaque de tête. Les intervalles remplis d'eau compris entre les tubes communiquent entre eux par les boites qui sont elles-mêmes en communication à l'aide d'emboîtages coniques semblables au Belleville ; il y a de plus, entre chaque pièce de jonction, une plaque d'amiante pour assurer l'étanchéité du joint. Les boîtes sont en communication avec les collecteurs C*a* C'*a* d'alimentation par le tube G de retour d'eau et avec le réservoir V de vapeur; ce dernier communique avec le réservoir R contenant de l'eau et de la vapeur; de ce dernier la vapeur vient par le tuyau circuler dans les deux tubes sécheurs *m n*, et de là se rend par le tuyau *n n* dans le dôme à vapeur D, sur lequel sont placés les différentes prises de vapeur.

Comme il est indiqué par la figure 166, la flamme, en quittant

Digitized by Google

grille, s'élève d'abord verticalement en léchant la partie inférieure

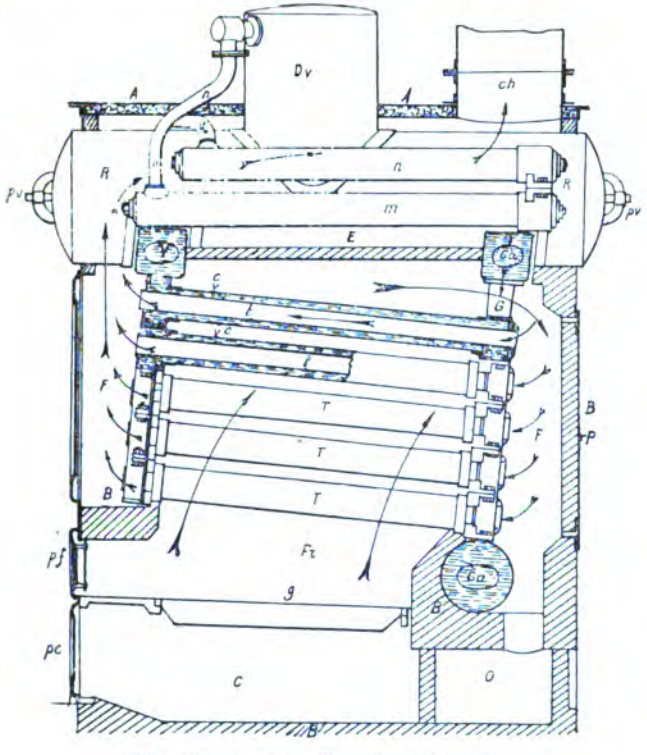


Fig. 166, vue 1. — Torpilleur *Sarrazin*.

pc, **porte** du cendrier.
pf, **porte** du foyer.
p, **porte** de tirage et de regard.
pv, **porte** de visite du coffre à vapeur.
g, **grilles**.
c, **cendrier**.
Fr, **foyer**.
RR, **écran**, briques réfractaires.
T, **tubes** intérieurs formant bouilleurs.
t, **tubes** intérieurs formant carneaux.
e, **volumes** d'eau annulaires.
F, **F'**, **conduits** pour le passage des flammes.
P, **porte** pour le nettoyage des tubes.
O, **boîte** recevant la suie et les cendres.
Ca, collecteur d'alimentation.
G, tuyau de retour d'eau.
V, collecteur de vapeur.
R, coffre à vapeur.
K, tuyau de communication du coffre à vapeur et des tubes sécheurs.
Dv, dôme du coffre à vapeur.
nn, tuyau de communication du dôme du coffre à vapeur avec les tubes sécheurs.
nm, tubes sécheurs.
ch, cheminée.
tn, tube de niveau.
A, amiante.

des tubes bouilleurs, puis rencontrant l'écran supérieur E, elle remonte passer par l'espace libre laissé entre le collecteur alimentaire C'.

Digitized by Google

et les dernières boîtes de la rangée supérieure du faisceau, et redescend par le conduit F pour se répartir dans tous les tubes intérieurs puis ressortir ensuite dans le conduit de fumée et circuler autour du réservoir R et des sécheurs *m m* et de là se rendre à la cheminée.

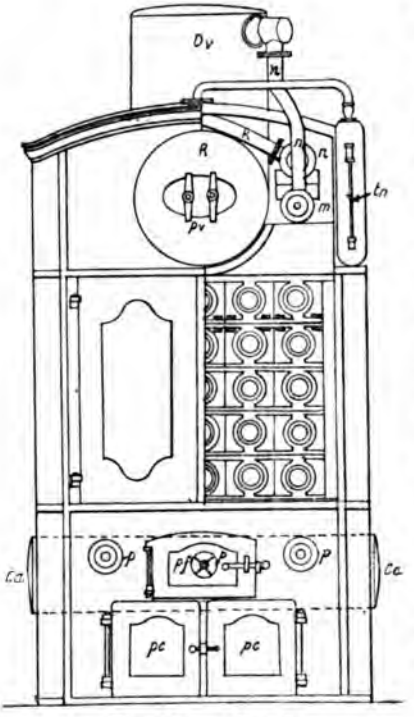


Fig. 166. — Vue 2.

Le ramonage des tubes se fait par les conduits F et F' ; en enlevant la porte P du courant F et celles qui se trouvent dans la face avant du courant de flammes F'. Le nettoyage des bouilleurs entraîne le démontage des tubes intérieurs, opération qui exige beaucoup de soin, car la moindre éraillure sur la partie du tube pourrait occasionner des fuites.

Ces chaudières sont bonnes pour les allures moyennes, mais très mauvaises pour les allures à toute puissance. Lors des essais à tirage forcé, la circulation ne s'est pas faite dans les tubes; les tubes intérieurs se sont déformés, puis déchirés; la vapeur a envahi la chambre de chauffe, entraînant la mort de plusieurs personnes (Sarrazin). En conséquence, ce système de chaudières n'est plus employé dans la marine.

9° CHAUDIÈRES YARROW

(Fig. 167.)

Dans ce type de chaudières il y a un réservoir supérieur d'eau et de vapeur et deux réservoirs inférieurs. Un faisceau de tubes va du premier aux deux autres réservoirs et enfin à l'extrémité deux grosses tubulures remplissant les mêmes fonctions que dans les Thornycroft. Les tubes sont droits. Ils ne pénètrent donc pas tous normalement dans le cylindre supérieur.

Digitized by Google

Dans les chaudières de faible puissance où le diamètre de ce cylindre ne serait pas suffisant pour que l'on pût y pénétrer pour refaire les

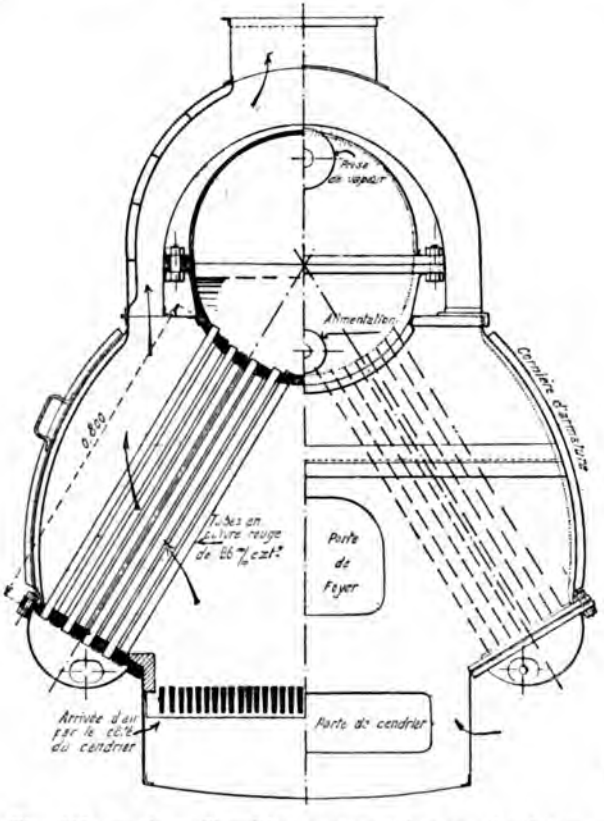


Fig. 167, vue 1. — Chaudière pour torpilleur en aluminium.

A, soupape d'arrêt.
B, évacuation des soupapes de sûreté.
Ss, soupape de sûreté.
Se, prise de vapeur du manomètre.
B, alimentation.
Sa, prise de vapeur d'auxiliaire.
N, N, emplacement des niveaux d'eau.
F, extincteur.
E, vidange des collecteurs.
p, porte de nettoyage.

points ou les réparations quelconques, il est composé de deux demi-cylindres, l'un inférieur, l'autre supérieur, boulonnés l'un à l'autre.

Comme le diamètre des réservoirs inférieurs est toujours relativement faible, et que dès lors la plus grande partie des tubes y péné-

Digitized by Google

treraient sous un angle trop réduit, ces réservoirs sont formés de demi-cylindres sur lesquels sont boulonnées des tôles formant plaques tubulaires où sont mandrinés les tubes. Ce dispositif donne une grande facilité pour les nettoyages et les réparations.

La grille est placée entre les réservoirs inférieurs sous l'espèce de

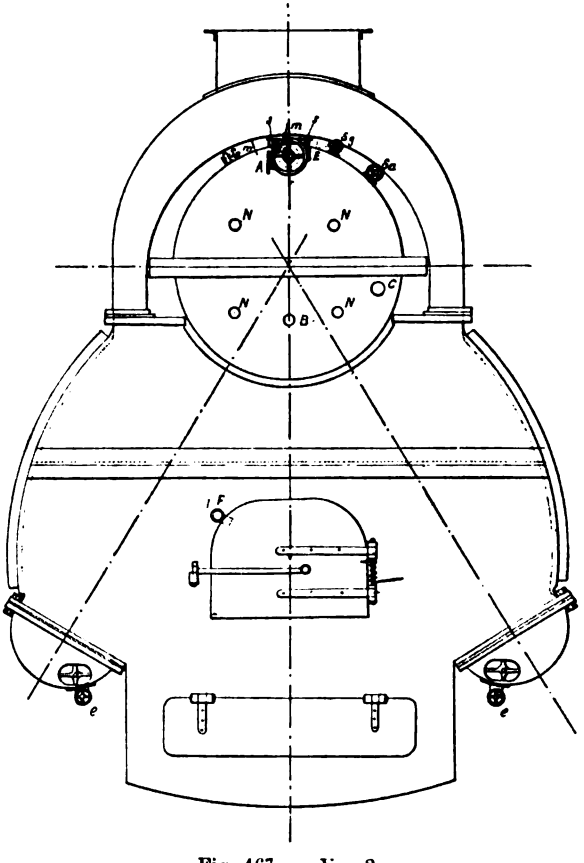


Fig. 167. — Vue 2.

toit formé par les deux faisceaux inclinés ; les produits de la combustion circulent autour des tubes dans leur chemin vers la cheminée.

Le tout est placé dans une enveloppe en tôle dont les panneaux sont amovibles pour le nettoyage de la suie déposée sur les tubes.

Digitized by Google

Les tubes, très petits, comme dans la chaudière Thornycroft, sont en acier sans soudure. On les a même quelquefois galvanisés pour éviter les corrosions qui les traverseraient rapidement vu leur faible épaisseur. La suppression de la soudure a été dans ce but.

Le nettoyage intérieur et extérieur des tubes ainsi que les réparations sont plus faciles que dans la chaudière Thornycroft ; en échange la dilatation est un peu moins libre, et la surface de chauffe moins grande à égalité de poids, précisément à cause de la forme droite des tubes.

Cette chaudière est employée sur un torpilleur en aluminium du port de Cherbourg.

10° CHAUDIÈRES NORMAND SIGAUDY

(Fig. 168.)

Ces chaudières sont accouplées deux par deux, elles offrent l'inconvénient de ne pouvoir être réunies que sur place ; elles sont du type Normand et communiquent par des tubulures cylindriques mettant en communication les deux coffres à vapeur. (Voir la figure 168.)

Cette disposition a surtout pour but de pouvoir appliquer les chaudières Normand aux grands navires en augmentant leur puissance. Ces chaudières comme il est indiqué par les figures 1 et 3, sont à retour de flammes avec compartiment commun pour le dégagement des gaz s'en allant à la cheminée. Ces gaz dans leur passage viennent encore lécher la partie commune des coffres à vapeur; ils arrivent donc dans la cheminée avec une température normale et sans production de panache de flammes et de fumée.

PERFECTIONNEMENTS AUX CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES

La légèreté des chaudières multitubulaires où l'eau circule dans les tubes est principalement due au faible volume d'eau qu'elles contiennent.

Cette qualité si précieuse surtout en marine, présente l'inconvénient que les variations de pression sont considérables. Il en résulte que, lorsque plusieurs appareils sont accouplés pour fournir de la vapeur à une machine unique, la distribution régulière de l'alimentation entre les diverses chaudières donne lieu à des difficultés sérieuses, l'eau s'introduisant de préférence dans les chaudières où la pression est la plus basse et dont la dépense est pour cette cause la moindre.

Il est donc très utile de diminuer autant que possible le nombre de chaudières ainsi accouplées puisque l'on diminue dans une même proportion le travail et la surveillance que cette distribution régulière exige.

Digitized by Google

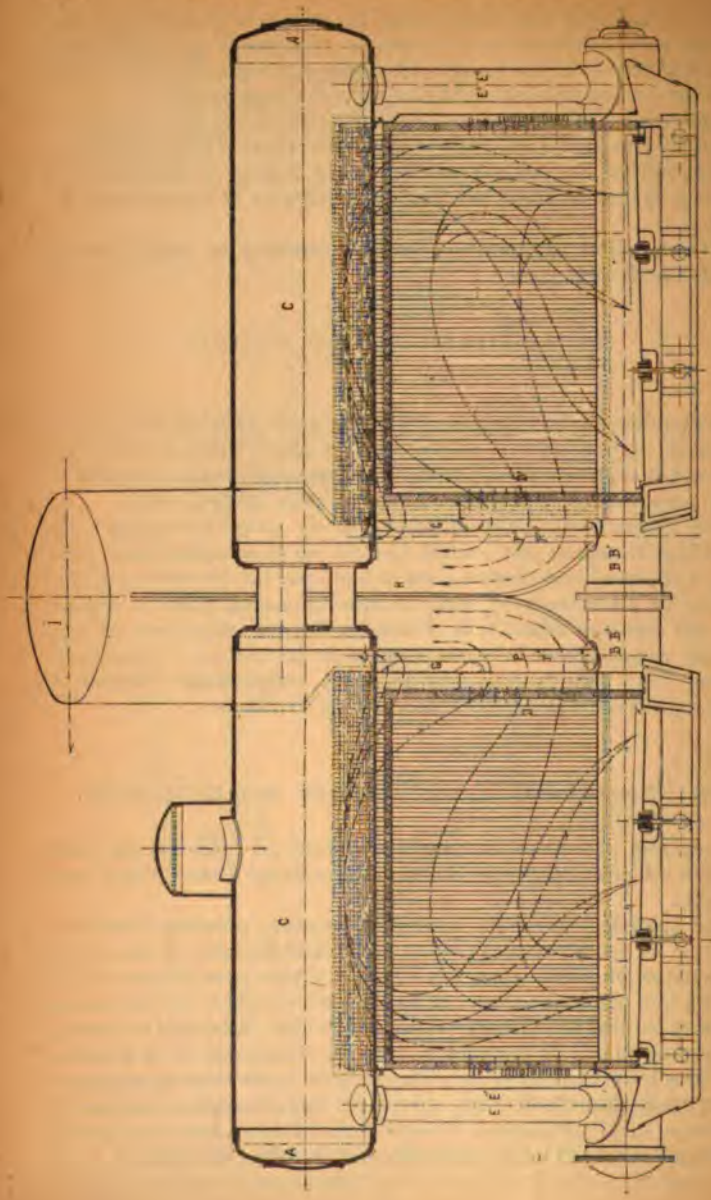


Fig. 168. — Vue 1.

Digitized by Google

Il en résulte en outre des avantages au point de vue du tuyautage et de la robinetterie, de l'encombrement et de l'échauffement des compartiments occupés par les chaudières. Ces divers avantages sont tels que, dans le cas où le nombre de chaudières est considérable, ils paraissent primer les inconvénients qui sont : immobilisation de deux chaudières au lieu d'une seule en cas d'avarie, et variation plus grande du niveau de l'eau aux extrémités du réservoir supérieur par suite des mouvements à la mer et des différences d'assiette du bâtiment.

La chaudière Normand présente les caractères suivants : grande

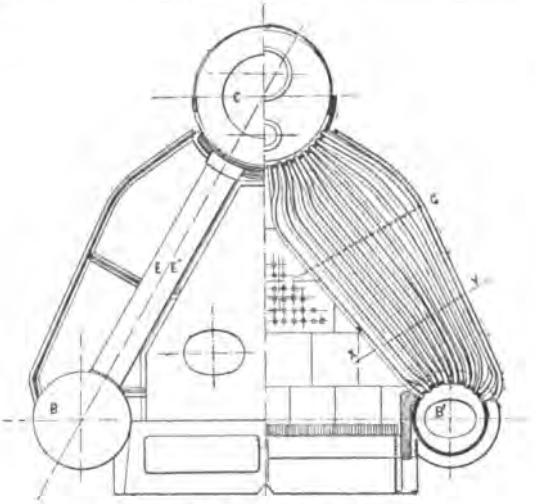


Fig. 168. — Vue 2.

légèreté, rendement économique élevé ; faculté de pouvoir soutenir sans fatigue les chauffes les plus actives. Cette dernière qualité est extrêmement importante, et la présente invention a pour but de faciliter l'application des appareils de ce genre aux machines les plus puissantes en doublant les surfaces de chauffe et de grille des deux types connus, celui où la cheminée est située à l'extrémité opposée à la façade, et celui à retour de flammes où la cheminée est située dans le voisinage de la façade. Dans ces nouvelles conditions, l'emploi des chaudières Normand Sigaudy permettra de résoudre des problèmes, tels que ceux des paquebots et des grands croiseurs extra-rapides, problèmes presque irréalisables avec des appareils où l'activité de la combustion est limitée.

Les dessins annexés indiquent une des dispositions qui peuvent être adoptées à cet effet.

Digitized by Google

La figure 154, vues 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, se rapporte au premier type de chaudière Normand.

La figure 1 représente une coupe longitudinale de la chaudière suivant l'axe. La figure 2, d'un côté une demi-vue d'une des deux façades, et de l'autre une demi-coupe transversale dans la partie du

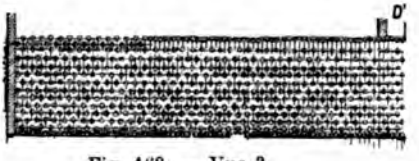


Fig. 168. — Vue 3.

faisceau. La figure 3, une coupe longitudinale d'un des faisceaux tubulaires suivant XY de la figure 2.

AA' sont les façades des deux chaudières accouplées pour n'en former qu'une seule.

BB' sont les deux réservoirs latéraux recevant la partie inférieure

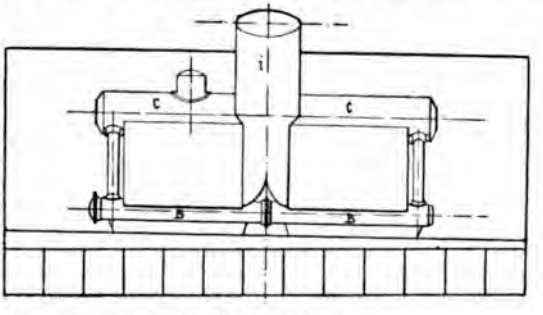


Fig. 168. — Vue 4.

des tubes. C est le réservoir central recevant l'extrémité supérieure des tubes. DD' sont les autels situés aux extrémités des grilles.

E E' E'' E''' sont les tubes de retour d'eau situés en dehors du feu.

F F' F'' F'''' sont des tirants creux et remplis d'eau reliant les divers collecteurs dans la partie centrale.

G G' sont les autels renversés extrêmes, sous lesquels passent les gaz chauds avant d'entrer dans la boîte à fumée. H est une lame divisant la boîte à fumée et s'élevant à une certaine hauteur dans le pied de la cheminée afin de bien séparer les courants de gaz des deux moitiés de la chaudière quelle que soit la différence des pressions de l'air ou du tirage dans les deux chambres de chauffe extrêmes. I est la cheminée commune aux deux appareils réunis. Des flèches indiquent le parcours probable des gaz chauds.

Digitized by Google

Les dessins sont suffisamment explicites pour n'exiger que très peu d'explications. Le réservoir central supérieur C' est partagé de préférence en deux parties reliées par un ou plusieurs tubes de communi-

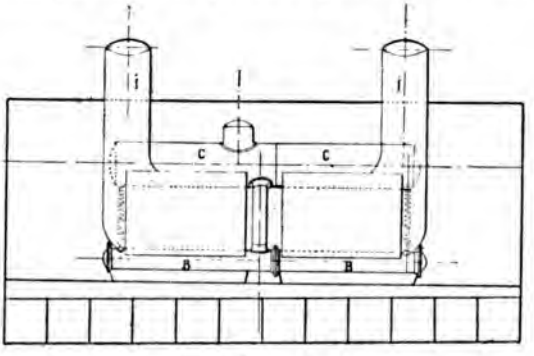


Fig. 168. — Vue 5.

cation afin d'opposer une moindre résistance au passage des gaz et de réduire les mouvements longitudinaux de l'eau dans le réservoir supérieur.

Ces mouvements peuvent être encore diminués dans le réservoir

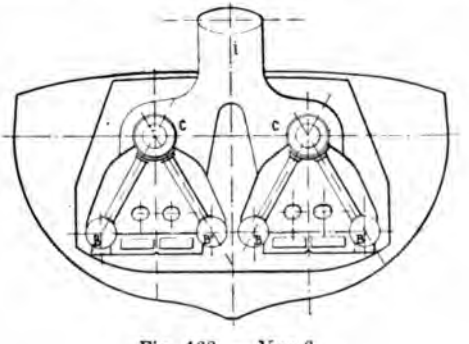


Fig. 168. — Vue 6.

supérieur et inférieur par l'addition d'écrans transversaux non étanches.

La vapeur peut être indifféremment prise, soit sur une seule des deux parties qui composent le réservoir supérieur, soit sur les deux ; dans le premier cas il faut donner à la tubulure qui établit la communication de la vapeur entre les deux parties du réservoir des dimen-

Digitized by Google

sions suffisantes pour qu'il n'existe aucune différence de pression et de niveau appréciable entre ces deux parties.

L'alimentation doit de préférence être approximativement partagée

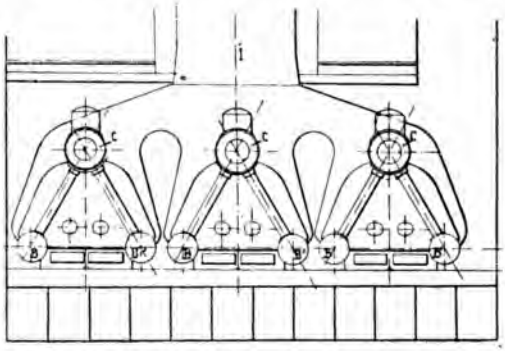


Fig. 168. — Vue 7.

entre chacune des deux chaudières réunies afin que la production de vapeur soit uniforme. Il convient de prendre des dispositions pour

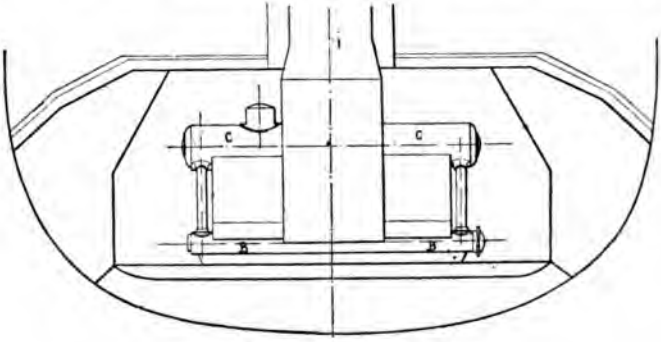


Fig. 168. — Vue 8.

séparer au besoin l'appareil en deux parties dans la longueur, afin de faciliter le transport et l'embarquement. Dans le cas où il existe deux chaudières du nouveau type dans la largeur du bâtiment, les axes des réservoirs étant dirigés longitudinalement, les cheminées des deux appareils peuvent être réunies en une seule.

Les vues 4, 5, 6, représentent la disposition générale de deux chaudières ainsi installées. La vue 4 est une vue longitudinale des chaudières du premier type. La vue 5 une vue longitudinale des cha-

Digitized by Google

dières du deuxième type, c'est-à-dire à retour de flammes. La vue 6 une vue transversale commune aux deux types.

Enfin lorsque la longueur du bâtiment le permet, les nouvelles chaudières peuvent être disposées de telle sorte que leur axe longitudinal soit perpendiculaire à celui du navire, et que les chambres de chauffe longitudinales soient situées à tribord et bâbord.

Pour faciliter cette installation qui présente des avantages sérieux, principalement au point de vue du service des soutes à charbon et du nombre de cheminées, on peut réduire la longueur des chaudières en supprimant les boites à fumée séparées par la lame H dans la vue 1, et en faisant sortir latéralement les gaz chauds dans le voisinage des autels D et D'.

Il suffit alors d'ouvrir sur une certaine longueur à partir de ces autels vers les façaces, l'enveloppe formée par les deux rangs longitudinaux extérieurs des tubes de chauffe.

Les vues 7 et 8 montrent comment cette disposition peut être appliquée.

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE CHAUDIÈRES EMPLOYÉES SUR LES TORPILLEURS

Les différents types de chaudières employées sur les torpilleurs comprennent donc les chaudières dites type locomotive et les chaudières type multitubulaire.

Ces différents types peuvent se comparer :

1° Au point de vue de la rapidité de leur mise en pression;

2° Au point de vue de l'élévation de la pression;

3° Au point de vue de la rapidité du passage d'une pression à une autre plus élevée sans fatigue pour la chaudière;

4° Au point de vue du passage d'une chauffe modérée à une chauffe très active;

5° Au point de vue de la production de vapeur;

6° Au point de vue de la conduite de la chauffe;

7° Au point de vue de la régularité de l'alimentation;

8° Au point de vue de l'entretien de la chaudière;

9° Au point de vue de la gravité des avaries;

10° Au point de vue du panache de flammes et de fumée

11° Au point de vue des réparations.

1° *Au point de vue de la rapidité de leur mise en pression.* — La pratique montre d'une façon incontestable que l'on obtient plus facilement et plus rapidement la pression avec les chaudières multitubulaires qu'avec les chaudières type locomotive, et cela s'explique tout naturellement par le petit volume d'eau des premières et par sa division par le grand nombre de tubes générateurs, par leur position, d'être directement exposés aux flammes et au rayonnement du foyer.

Digitized by Google

Au fur et à mesure que le fourneau s'allume, prend de l'activité, l'eau se vaporise et la pression s'élève. Il n'en est pas de même dans le type locomotive, où il faut que toutes les parties de la chaudière prennent graduellement la même température, si l'on ne veut pas s'exposer à des fuites aux tubes et à fatiguer les parties du foyer et du cylindre enveloppe. Il faut deux heures et demie à trois heures pour obtenir la pression, tandis qu'avec trois quarts d'heure à une heure on obtient la pression dans les chaudières multitubulaires et sans faire éprouver la moindre fatigue aux détails de la chaudière. Cette condition est très avantageuse pour des torpilleurs dont le service est spécial.

2° *Au point de vue de l'élévation de la pression.* — La pression élevée 15 et 17 kilogrammes des chaudières multitubulaires au lieu de 10 kilogrammes sur les locomotives, est supportée sans fatigue par les premières, car il y a peu de corps de chaudière à proprement parler, les collecteurs de ce dernier ont des petits diamètres, ils sont donc par ce fait très résistants; les tubes peuvent se dilater à volonté, il n'existe donc pas cet effort de contraction et de dilatation qui amène à faire fuir les tubes des chaudières type locomotive; si les tubes se déchirent dans les multitubulaires, la cause en tient tant à leur qualité qu'à leur état de propreté; l'avarie quand elle se présente est donc limitée à un tube et rarement à plusieurs tubes à la fois. De plus, ces avaries dans un ou plusieurs tubes en même temps, n'a aucun effet dans la chaufferie; une fuite se produit dans l'intérieur du foyer et éteint le feu; ni l'eau ni la vapeur n'ont de tendance à venir dans la chambre de chauffe, mais évacuent directement dans la cheminée; la disposition des tubes facilite cette direction. La déchirure d'un seul tube, ce qui arrive le plus fréquemment, ne se fait pas sentir dans la chambre de chauffe. Il n'en est pas de même d'une fuite qui se produit dans un tube horizontal, le jet d'eau et de vapeur ayant toujours lieu dans le sens de la porte du fourneau.

3° *Au point de vue du passage rapide d'une pression à une pression plus élevée.* — Au point de vue du passage rapide d'une pression à une autre, on remarque qu'en suivant la conduite des chaudières multitubulaires pendant de nombreux essais, qu'on peut pousser activement les feux sans aucun inconvénient et passer rapidement d'une pression à une pression plus élevée. On voit cette augmentation progresser sans remarquer la moindre fatigue, car tous les changements de température se font sentir sur des parties élastiques se prêtant facilement à la dilatation; rien ne souffre dans la chaudière, qui est composée d'un seul faisceau tubulaire et d'une enveloppe qui ne joue aucun rôle dans la solidité de la chaudière. La surface de grille de ces chaudières étant très grande, tous les éléments vaporisateurs sont exposés directement au rayonnement du foyer et au contat des flammes. On peut activer le tirage par l'augmentation de l'allure des ventilateurs et suivre régulièrement l'augmentation graduelle de la

Digitized by Google

pression avec l'activité du foyer en 10′ on peut passer de 5 à 15 atmosphères.

4° *Au point de vue du passage d'une chauffe modérée à une chauffe très active.* — La disposition des chaudières multitubulaires se prête complètement au passage d'une chauffe modérée à une chauffe active, car toutes les parties de la chaudière et principalement le faisceau tubulaire se trouve soumis immédiatement à la même température ; il n'y a pas de réservoir d'eau à échauffer, par conséquent pas de parties plus chaudes l'une que l'autre, ce qui n'existe pas pour les chaudières type locomotive, où il faut échauffer un volume d'eau qui n'est pas exposé directement au foyer; dans la boîte à feu, les flancs du foyer sont tout de suite portés à une température qui n'est pas communiquée aussi rapidement aux autres parties de la chaudière, au cylindre enveloppe par exemple.

5° *Au point de vue de la production de vapeur.* — Par suite de l'activité du foyer, de la grande quantité de chaleur qu'on a par la combustion, par heure et par mètre carré de grille, de charbon de bonne qualité, et agissant à la fois et immédiatement sur toute la la partie productrice de vapeur de la chaudière multitubulaire, on peut vaporiser beaucoup plus d'eau dans le même temps que dans les chaudières locomotive. En résumé, les chaudières multitubulaires sont beaucoup plus puissantes et s'accommodent mieux à leur emplacement à bord pour obtenir de grandes puissances.

6° *Au point de vue de la conduite de la chauffe.* — La conduite de la chauffe est sensiblement la même pour les chaudières type locomotive et les chaudières multitubulaires. Dans les deux types, il faut pratiquer une chauffe régulière si l'on veut éviter les panaches de flammes et de fumée à la sortie des cheminées. Les poids des charges doivent être à peu près les mêmes et ces charges doivent être faites à intervalles égaux, mais la couche de charbon sur les grilles peut être un peu plus élevée sur les chaudières type locomotive, que sur les multitubulaires, la surface de grille de ces dernières étant un peu plus grande que celle du type locomotive.

Dans les chaudières type Normand à retour de flammes, il ne se produit généralement ni panache de flamme, ni panache de fumée, leur parcours dans le faisceau tubulaire étant augmenté. Les cheminées conservent donc une température normale.

7° *Au point de vue de la régularité de l'alimentation.* — Dans les chaudières type locomotive le volume d'eau est un peu supérieur à celui des chaudières multitubulaires, les variations dans l'alimentation ne sont donc pas aussi sensibles que dans les chaudières multitubulaires ; mais dans l'un et l'autre type, il faut qu'elle soit régulière et que l'on s'assure bien par le niveau des bâches que toute la vapeur condensée est bien refoulée aux chaudières; il faut donc par les répa-

Digitized by Google

rations d'eau douce aux bâches ou par la production de vapeur produite par le bouilleur et envoyée au condenseur, que le niveau des bâches reste constant.

8° *Au point de vue de leur entretien.* — Au point de vue de leur entretien, les chaudières type locomotive, après avoir été lavées à l'eau douce à chaud et avoir expulsé toutes les graisses, les avoir nettoyées le plus complètement possible, avoir visité la robinetterie, fait le plein complet à l'eau basique. L'eau doit être renouvelée tous les trois mois et tous les six mois au moins. Après ces mesures, les chaudières sont en état.

Les chaudières multitubulaires exigent que leurs tubes soient nettoyés séparément par un jet de pompe après les avoir lessivés. Il faut ensuite les assécher et les fermer à la chaux vive. Le type Oriolle se ferme à l'eau basique. De leur bon entretien dépend leur durée. De deux torpilleurs de deux types de chaudières similaires, l'un a eu sa chaudière intacte pendant deux ans et durant cette même période, on dut changer les tubes de l'autre torpilleur par suite d'un mauvais entretien.

Les graisses sont l'ennemi des chaudières. Il faut les expulser.

9° *Au point de vue de la gravité de leurs avaries.* — Au point de vue de leurs avaries en marche, les chaudières type locomotive sont plus sujettes aux fuites que les chaudières multitubulaires. Pendant l'ouverture des portes de fourneaux, un courant d'air énergique vient frapper les tubes et pénétrer leur intérieur; il y a travail de la plaque de tête et contraction des tubes, d'où fuites probables.

Cet inconvénient n'existe pas au même degré sur les chaudières multitubulaires. L'air se répartit dans le foyer, en dessous des tubes d'abord, ces derniers étant élastiques leur contraction n'a aucun effet sur leurs joints de fixation. Les avaries sont donc moins à craindre. Si quelques tubes viennent à fuir, on peut les supprimer momentanément sur la chaudière, après avoir mis bas les feux, on peut au bout de peu de temps les remplacer.

Sur les chaudières Dutemple, Normand et Thornycroft, au bout de six heures on peut opérer leur remplacement ou leur tamponnement; le temps est plus long sur les Oriolle, car dans ce type de chaudière, qui n'est pas l'idéal, il faut encore ménager la contraction des tubes.

10° *Au point de vue de la fumée et de la flamme.* — Les chaudières multitubulaires sont plus sujettes aux panaches de flammes et de fumée que les chaudières type locomotive; si les charges sont faites régulièrement; si la couche de charbon est trop épaisse et si la pression d'air n'est pas suffisante. A toute puissance cette pression d'air varie entre 8 et 12 centimètres d'eau.

11° *Au point de vue des réparations.* — Les réparations sont en général plus difficiles et plus variées dans les chaudières locomotives que dans les chaudières multitubulaires; mais, dans ces dernières les

Digitized by Google

collecteurs étant très petits, il est assez difficile d'y avoir accès, et il est souvent plus facile de tamponner un tube dans les chaudières type locomotive que dans les multitubulaires.

Dans les chaudières locomotives la reconnaissance du tube avarié est vite faite; il n'en est pas de même des tubes des chaudières multitubulaires; avec cet entre-croisement des tubes, on est obligé de chercher attentivement celui qui est avarié; il faut laisser refroidir la chaudière, refaire le plein et examiner avec une bougie effilée l'endroit où se produit la fuite. Quand le tube avarié est reconnu, il s'agit de chaudière Dutemple ou Normand, il est facile de le tamponner par des écrous borgnes ou par un taraud enfoncé à chaque extrémité (conforme au dessin ci-joint, fig. 169).

Fig. 169.

Pour une chaudière Thornycroft, il faut d'abord le tamponner avec un taraud, puis le couper et le désemparer du faisceau tubulaire, opération assez longue et présentant une incommodité assez grande à cause de la difficulté de pénétrer dans les collecteurs inférieurs.

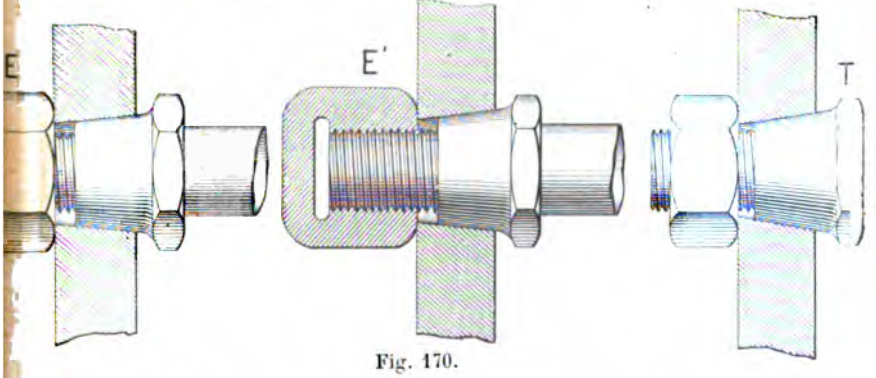


Fig. 170.

Pour les chaudières Oriolle, le remplacement ou le tamponnage d'un tube est aussi simple que pour les chaudières locomotives. En résumé, les avaries des chaudières multitubulaires sont peut-être aussi fréquentes que dans les chaudières type locomotive, mais généralement elles ne présentent pas le même degré de gravité pour la sécurité des hommes.

Les réparations sont plus rapides et n'enlèvent aucune solidité à la construction primitive.

Digitized by Google

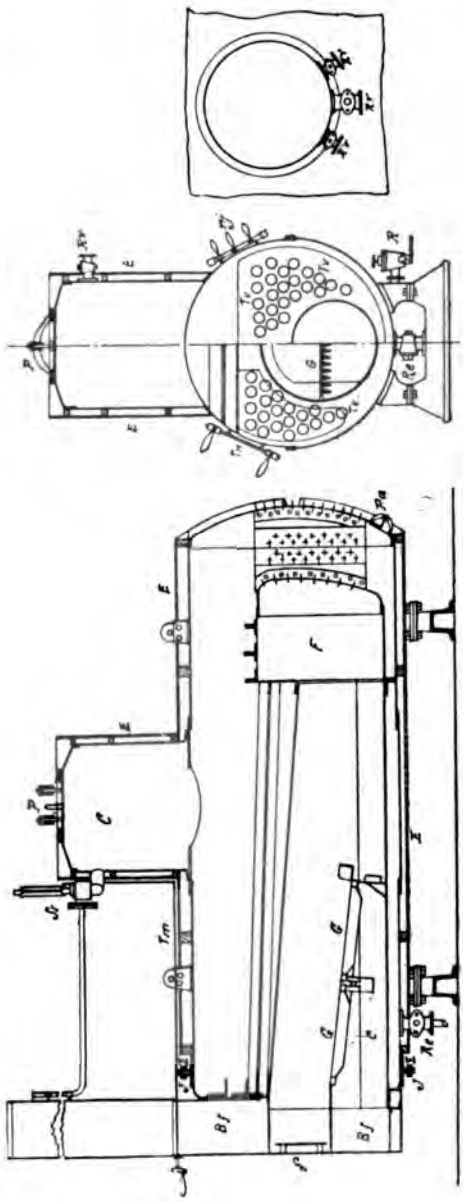


Fig. 171.

f, porte du foyer.
F, faisceau tubulaire.
G, grilles.
c, cendrier.
B*f*, boîte à fumée.
J, joint permettant de rendre amovible le faisceau tubulaire.

C, coffre à vapeur.
Sa, soupape de sûreté.
Tm, tige de manœuvre de la soupape de sûreté.
P, trou d'homme.
Pa, porte autoclave.
Re, robinet de prise de vapeur de la machine.
R'e, robinet de prise de vapeur des petits chevaux.

R, robinet d'alimentation.
Re, robinet d'extraction.
rj, robinets jauges.
To, tuyau de vapeur.
E, enveloppe extérieure en bois.
Tn, tube de niveau d'eau.
E, boulons de fixation du joint J.

Digitized by Google

CHAUDIÈRES POUR CANOTS A VAPEUR

D. — Quels sont les différents types de chaudières employés dans les canots à vapeur ?

R. — Les différents types de chaudières employés dans la marine pour les canots à vapeur, sont :

1° CHAUDIÈRE CYLINDRIQUE A RETOUR DE FLAMMES (Fig. 171.)

D. — Quels sont les avantages et les inconvénients des chaudières cylindriques tubulaires pour canots ?

R. — Ces chaudières, qui ne diffèrent que par leurs dimensions des chaudières cylindriques pour navires, ont l'avantage d'être d'une conduite facile, sujettes à peu d'avaries et faciles à réparer. Elles ont l'inconvénient d'être lourdes et d'exiger deux heures au moins avant d'être en pression. Ces chaudières doivent être nettoyées avec le plus grand soin et principalement le ciel de la boite à feu à l'arrière. Lorsqu'il s'agit de changer un tube par suite d'avarie, il est bon d'introduire des mandrins forcés dans tous les tubes qui entourent celui à remplacer afin d'empêcher la déformation de l'emmanchement des trous des tubes voisins. Pour la conduite de ces chaudières maintenir un niveau constant à l'aide de la pompe alimentaire ou du Giffard, établir une couche de charbon de 10 à 12 centimètres, régler l'énergie du foyer à l'aide de la porte du cendrier; passer le crochet sous les grilles et dans le foyer pour en détacher les mâchefers; bien fermer les caisses à eau.

2° CHAUDIÈRE PENELLE ET CHAUDIÈRES CLAPARÈDE (Fig. 172 et 173.)

D. — En quoi consiste-t-elle ?

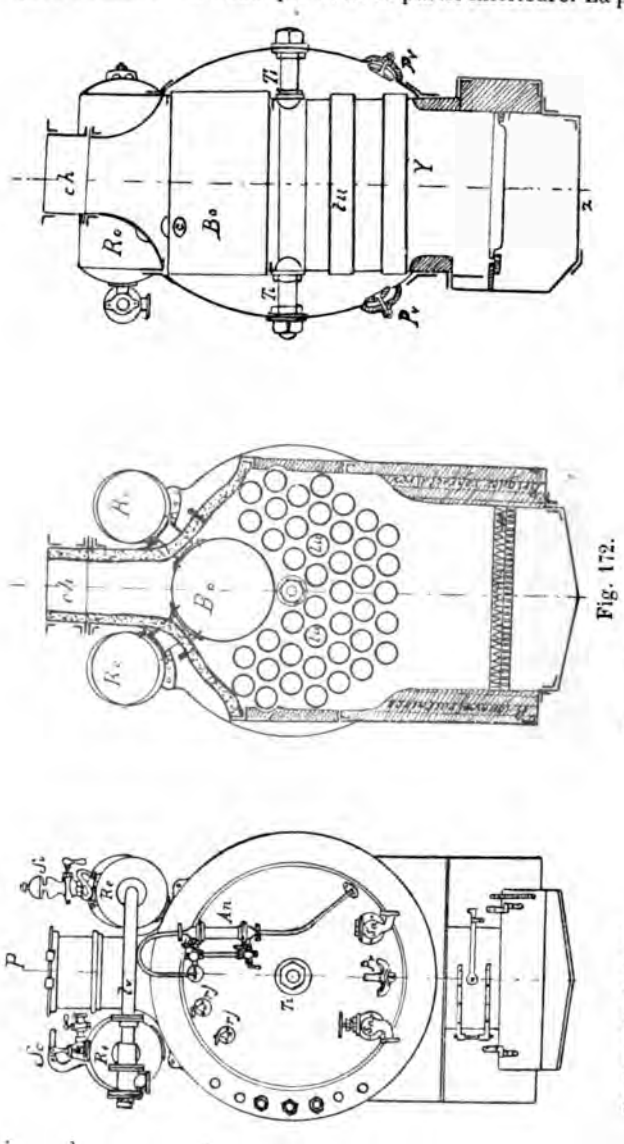
R. — Comme forme extérieure, cette chaudière ressemble à la chaudière cylindrique, mais la disposition intérieure est à peu près celle des chaudières Belleville. L'eau circule également dans l'intérieur des tubes et la flamme à l'extérieur.

Les tubes sont rivés sur deux plaques de tête ordinaires; ces plaques portent chacune une collerette sur laquelle viennent se boulonner deux fonds en forme de coquille.

Dans l'axe de la chaudière et à la partie supérieure du faisceau de tubes, il en existe un d'un bien plus grand diamètre que les autres et

Digitized by Google

qui ne contient de l'eau que dans sa partie inférieure. La partie supé-


Ti
Pr
Y
Z
Ch
Ro
Bo
Tu
Pr
Ti
Ch
Ro
Bo
Tu
Re
Re
Jc
Jc
P
Tr
Re
Re
Jc
Jc
An
Jc
Jc
Jc

au-dessus de l'enveloppe de la chaudière et ces différentes parties constituent le coffre à vapeur.

La chaudière Penelle présente à la fois les avantages des chaudières Belleville et des chaudières cylindriques sans en avoir les inconvénients. En un mot, elle demande peu de temps pour être en pression, elle est peu sujette aux avaries, ces avaries sont facilement réparables et la conduite en est facile.

C'est la meilleure des chaudières de canots.

CHAUDIÈRE CLAPARÈDE

(Fig. 173.)

Cette chaudière (fig. 173, vues 1, 2 et 3) est cylindrique tubulaire et à retour de flammes. Elle est formée par une enveloppe extérieure Ex

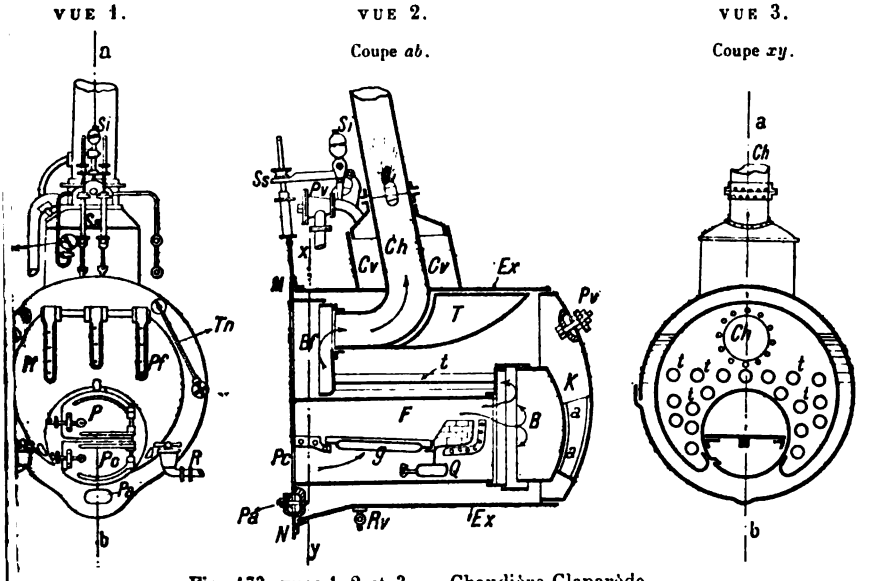


Fig. 173, vues 1, 2 et 3. — Chaudière Claparède.

Ss, soupape de sûreté.
Cv, coffre à vapeur.
Ch, cheminée.
F, foyer.
g, grilles.
Pv, porte de visite.
Rv, prise de vapeur.
Ex, tuyau d'échappement.
Si, sifflet.

T, tôle de séparation de la lame d'eau et du coffre à vapeur.
t, tubes en laiton.
Pa, porte autoclave de nettoyage.
Pv, porte de visite.
Ex, corps de la chaudière.
MN, tôle fermant la face avant de la chaudière.
aa, armatures de consolidation.
Rv, robinet de Vidorcq.

A et A, régulateur d'alimentation.
Bf, boite à fumée.
Pf, porte de la boite à fumée.
P, porte du fourneau.
B, boite à feu.
Tn, tube de niveau.
Pc, porte de cendrier.
Q, bloc mobile pour nettoyer la boite à feu.
R,R, régulateur alimentaire.

Digitized by Google

en tôle de fer ou d'acier, d'une épaisseur de 7 millimètres. Cette enveloppe est terminée par une pince ciculaire B faisant joint au minium

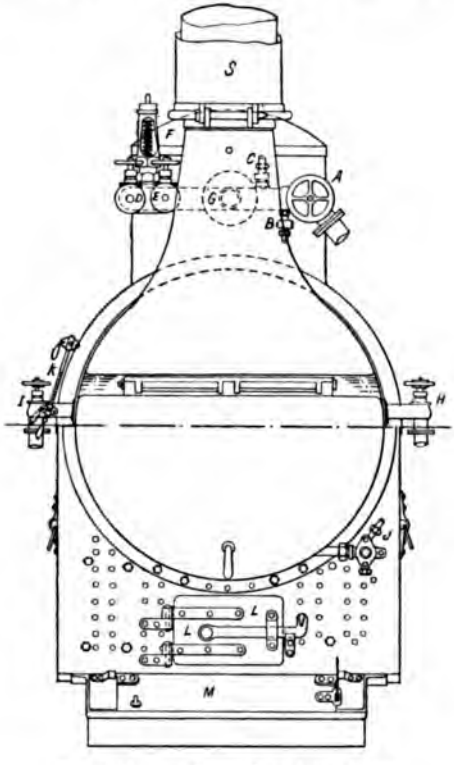


Fig. 174, vue 1. — Chaudière Bigot.

A, prise de vapeur de la machine du canot.
B, prise de vapeur du manomètre.
C, prise de vapeur du tirage artificiel.
D, prise de vapeur du siphon.
E, prise de vapeur du giffard.
F, soupape de sûreté.
G, collecteur des prises de vapeur.
H, refoulement de la pompe alimentaire.
I, refoulement du giffard.
J, robinet d'extraction et de vidange.
K, tube de niveau.
L, porte du fourneau.
M, cendrier.
N, tôle démontable en deux parties percée de 70 trous de 5 mm.
O, amiante.
P, briques réfractaires.
Q, tubes.
R, grilles.
S, cheminée démontable.
T, porte de ramonage.

par le moyen de boulons *bb*, avec une tôle plane *MN* formant la face avant de la chaudière ; le fond est fermé par une calotte sphérique C rivetée. Le foyer est cylindrique, riveté à la plaque de tête arrière ;

Digitized by Google

il est prolongé par la boîte à feu R fermée par une calotte sphérique K. Les tubes sont en laiton d'une longueur de 1 mètre, de 0m,050 de diamètre et 2 millimètres d'épaisseur. Ils sont rivés et dudgeonnés sur les deux plaques de tête. Leur ensemble forme le faisceau tubulaire contournant en partie le foyer. Des armatures T et *aa*, consolident la chaudière et remplacent les entretoises, de plus elles forment chicanes et empêchent l'eau de prendre des mouvements brusques dans la chaudière par le roulis.

La cheminée fait également joint sur la plaque de tête avant. Quand on veut sortir le foyer et le faisceau tubulaire, il faut donc défaire les joints de la face MN et celui de la cheminée.

La base de la cheminée traversant le coffre à vapeur de la chaudière le coffre supplémentaire Cv sèche la vapeur et prévient les entraînements d'eau.

Le nettoyage, les réparations et la conduite sont très faciles. Les seuls inconvénients que présentait ce type de chaudière étaient son poids et sa lenteur pour être mise en pression ; elle était tombée à 6 kilogrammes.

3° CHAUDIÈRE BIGOT

(Fig. 174.)

La chaudière Bigot se compose d'un simple cylindre dont les fonds forment les plaques de tête du faisceau tubulaire ; ce cylindre qui constitue la chaudière se place au-dessus du foyer qui est formé par une caisse en tôle protégée par des briques réfractaires. Au bout de la grille se trouvent un autel et le courant de flammes formé par des briques. Le dessous du cylindre est donc exposé au rayonnement et au contact des flammes et forme la surface de chauffe directe. Ce cylindre est surmonté d'un dôme qui augmente le coffre à vapeur sur lequel viennent prendre les différentes soupapes de distribution de vapeur. La conduite de cette chaudière ; est très facile ayant un grand volume d'eau et de vapeur la pression se maintient facilement. Dans son entretien, il faut avoir soin d'enlever tous les dépôts qui pourraient se trouver à la partie inférieure du cylindre. On règle l'activité du foyer par la manœuvre de la porte du cendrier.

Ce type de chaudière a l'inconvénient d'être un peu lourd ; mais il présente l'énorme avantage de la simplicité dans sa construction ; il est facile à visiter et réparer, peu sujet aux avaries et produit beaucoup de vapeur. Il faut avoir soin de ne pas laisser accumuler de dépôts à la partie inférieure du cylindre. Dans une chaudière dont la propreté laissait à désirer, une poche s'est produite à la partie inférieure du cylindre et a donné lieu à une déchirure.

Digitized by Google

4° CHAUDIÈRE BELLEVILLE

(Fig. 175.)

Le type des canots à vapeur diffère peu de celui des navires, les emmanchements des boites avec les collecteurs sont les mêmes. L'au-

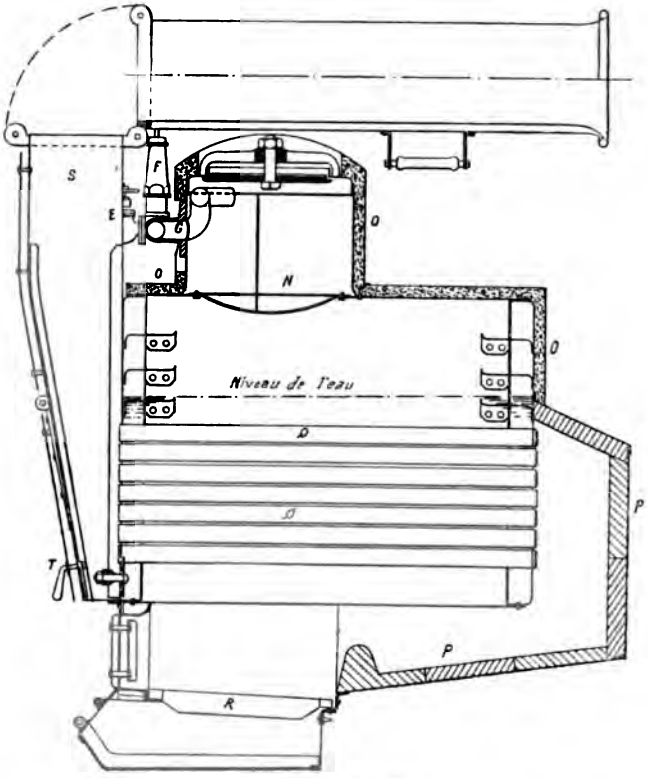


Fig. 174. — Vue 2.

tomoteur alimentaire ne diffère que par la suppression de la soupape de retenue ; une vis terminée par un cône règle l'arrivée de l'eau d'alimentation ; le régulateur F qui s'élève ou s'abaisse augmente ou diminue le passage de l'eau d'alimentation pour se rendre dans le collecteur C. Pour monter un élément et par suite la chaudière complète, il suffira de placer le collecteur B à son poste sur ses cornières

Digitized by Google

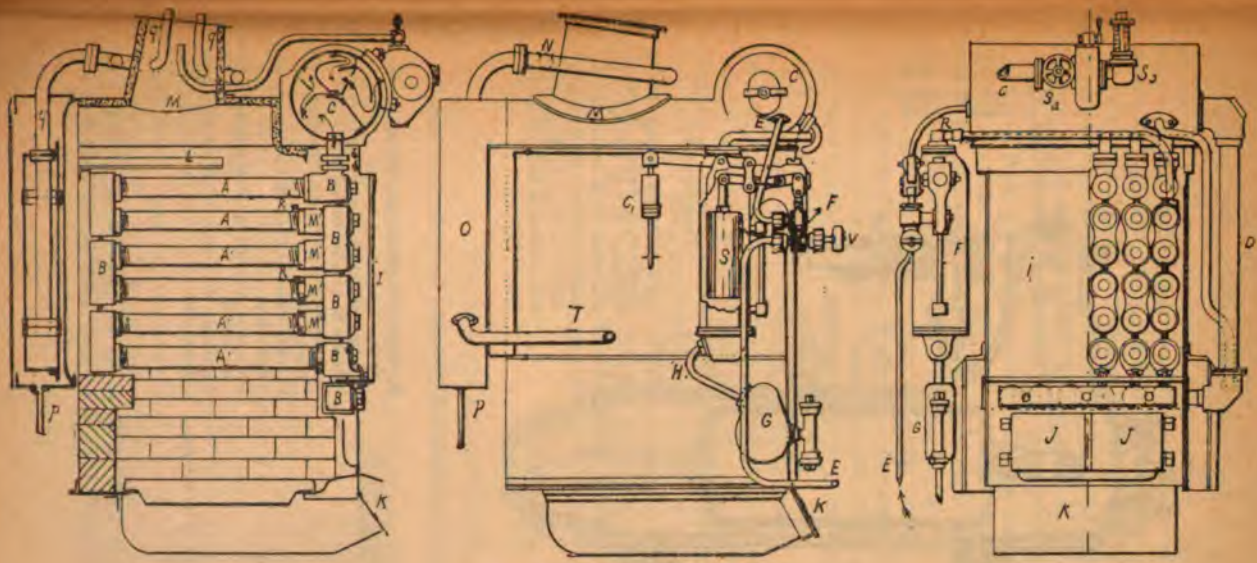


Fig. 175. — Chaudière Belleville.

A, éléments générateurs.
B, collecteur inférieur.
C, collecteur épurateur de vapeur et d'eau d'alimentation.
D, tuyau de retour d'eau de l'épurateur C au collecteur B.
E, tuyau d'alimentation.
F, régulateur d'alimentation automatique.
G, récipient déjecteur des boues et graisses.
H, communication inférieure de l'automoteur avec le générateur.
R, communication supérieure de l'automoteur avec le générateur.
I, porte de visite et nettoyage du générateur.
J, porte pour le chargement du combustible,
K, porte du cendrier.
L, obturateur supérieur du passage des gaz.
M, embase de cheminée.
N, appareil à échappement de vapeur silencieux comportant le réservoir *o*, le tuyau d'échappement *p*, les tuyères *q*.
Sa, soupape de sûreté.
Sa, soupape d'arrêt.
B', boîte de communication des tubes.
S, flotteur.
T, tuyau d'évacuation du cylindre dans le silencieux.
C, contrepoids du flotteur.
R', rondelle d'étanchéité avec les boîtes B.
V, vis servant à régler l'eau d'alimentation.
P, pointeau actionné par le flotteur et servant à régler l'eau d'alimentation.
p, purge du silencieux.

Digitized by Google

et de visser sur chaque tube les rondelles d'étanchéité, puis sur les tubes intermédiaires les manchons d'assemblage, puis assembler la

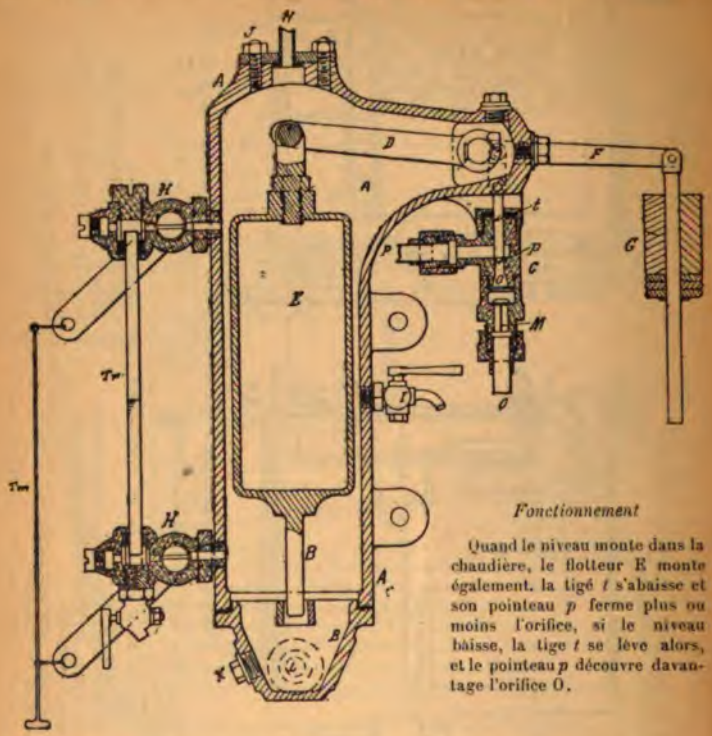


Fig. 176. — Flotteur régulateur d'alimentation Belleville pour canot.

A, corps de la colonne.
B, appendice guide de la tige du flotteur.
C, enveloppe du robinet automoteur d'alimentation.
D, levier intérieur.
E, flotteur et sa bielle.
F, levier du contrepoids.
G, contrepoids.
H, robinets de niveau d'eau.
I, robinet de jauge.
J, porte de visite.
K, bouchon de visite.
L, communication inférieure de la colonne de niveau avec le générateur.
M, soupape de retenue de l'eau de la chaudière.
N, communication supérieure de la colonne de niveau avec le générateur.
O, tuyau d'arrivée d'eau au régulateur d'alimentation.
P, tuyau de sortie d'eau du régulateur d'alimentation.
Tn, tube de niveau d'eau du régulateur d'alimentation.
Tm, tringle de manœuvre des robinets du niveau d'eau.

première boite avec le collecteur B visser le tube dans la boite du double de ce qu'il doit être pris, le dévisser dans la boite de face AB

Digitized by Google

de la moitié et serrer les rondelles $r\,r'$, ensuite visser le tube Ai dans la même boîte et le dévisser jusqu'à ce que son extrémité opposée vienne rencontrer le mamelon d'attente qui est vissé dans la boîte d'attente de face, visser le manchon m' sur ce mamelon d'attente et serrer les rondelles d'étanchéité. Il en serait de même pour le montage des autres tubes. Arrivé au tube supérieur, le visser dans la boîte supérieure de face AR du double et le dévisser ensuite dans la boîte de face AV de moitié. Serrer les rondelles et faire le joint des deux pinces. Cet élément étant monté, on procède de même pour les autres, éléments. Pour remplacer un tube, il suffit de sortir son élément en sortant les deux joints avec les collecteurs, et si ce tube est un tube à manchon desserrer les rondelles et le manchon, si cela est possible, sinon les couper; puis couper le tube, dégager la partie qui resterait dans la boîte face AR, passer ensuite le taraud dans le filetage de cette boîte et la filière sur le manchon d'attente. Présenter le nouveau tube et le monter comme il a été indiqué. S'il s'agissait d'un simple trou dans le tube, on y mettrait un rivet et on entourerait le tube par un collier en faisant un joint au minium.

La conduite de cette chaudière ne présente aucune difficulté, il suffit de s'assurer du bon fonctionnement de l'automoteur.

Le tirage étant forcé, il faut avoir soin de maintenir une couche de charbon de 12 à 15 centimètres d'épaisseur sur la grille et de régler l'activité des feux par l'ouverture plus ou moins grande de la porte du cendrier. Comme dans les autres types de chaudières et plus particulièrement encore dans celle-ci, il faut veiller à l'entretien de tous les organes, mais aussi maintenir une très grande propreté intérieure et extérieure des tubes; dans les deux collecteurs, vérifier le flotteur d'alimentation.

5° CHAUDIÈRE DUTEMPLE

(Fig. 177.)

Le type employé sur les canots à vapeur ne présente de différence avec celui des torpilleurs que pour l'agrandissement et une nouvelle disposition de certaines parties; ainsi les collecteurs d'alimentation et de vapeur sont placés sur la face AV de la chaudière, les deux tubes de retour d'eau sont également fixés en dehors du faisceau tubulaire et aux deux extrémités des collecteurs d'eau et de vapeur. Le robinet de ramonage est situé sur le dôme du coffre à vapeur.

L'agencement des tubes générateurs est le même.

L'alimentation de la chaudière se fait, en marche, par la pompe alimentaire, dans un stoppage, soit par un Giffard, soit même par une petite pompe à bras; leurs refoulements sont indépendants; celui des Giffard se fait par un raccord vissé sur un des robinets de purge, soit par un robinet spécial fixé sur le collecteur d'alimentation

Digitized by Google

et à l'extrémité opposée de celui de la pompe. La conduite de ces chaudières n'exige qu'une surveillance soutenue du niveau ; si par un

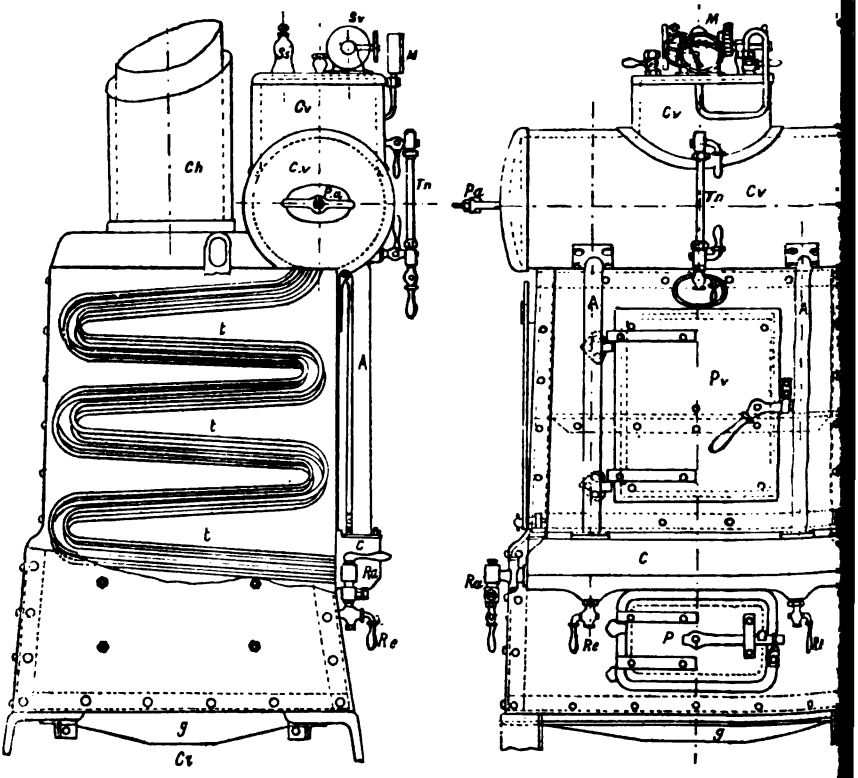


Fig. 177. — Chaudière Dutemple.

P, porte du foyer.
Pv, porte de visite et de nettoyage des tubes.
Cr, coffre à vapeur.
Pa, porte autoclave.
Ss, soupape de sûreté.
Sv, soupape de prise de vapeur.
M, manomètre.
Tn, tube de niveau d'eau.
A, tuyau de communication du collecteur avec le coffre à vapeur.
C, collecteur.
t, tuyaux de vapeur.
Ra, robinet d'alimentation.
Re, robinet d'extraction.
g, grilles.
Cr, cendrier.
Ch, cheminée.

mauvais fonctionnement de la pompe ou du thirion, le niveau vien à disparaître du tube, il faut de suite ouvrir la porte des tubes, et si cela n'est pas suffisant et que l'on voie la suie brûler sur les tube il ne faut pas perdre un instant pour mettre bas les feux.

Digitized by Google

Ces tubes rougissent avec une extrême facilité, ils se décapent par l'action du feu et se ramollissent. Pas d'eau dans les tubes, bas les feux.

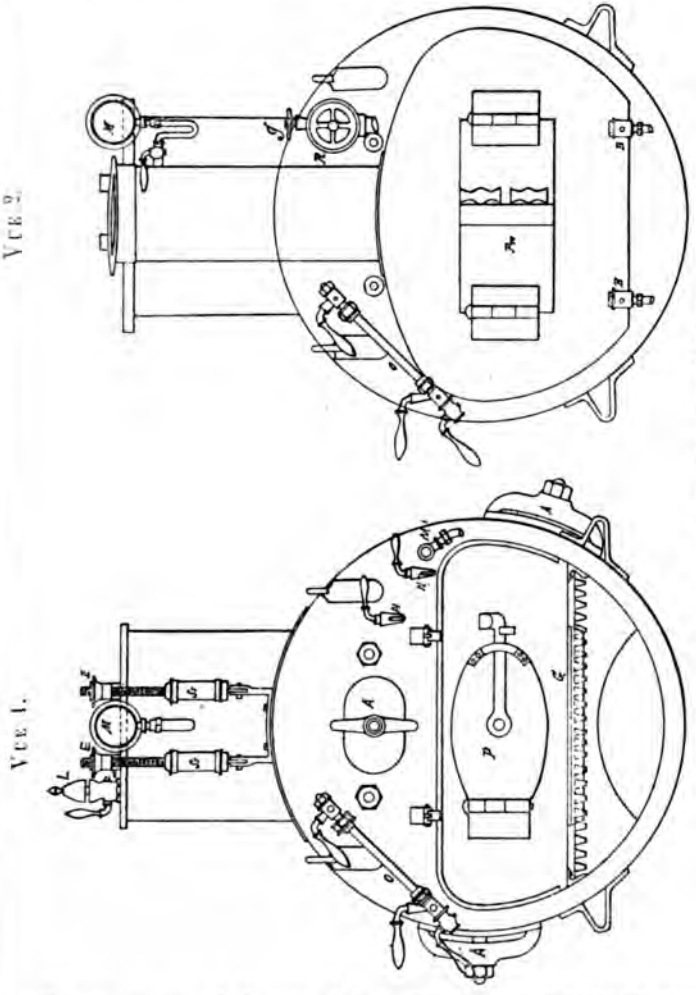


Fig. 178, vues 1 et 2. — Chaudière Whitte.

On ramone avec la brosse et à la vapeur; il faut nettoyer souvent s collecteurs afin d'empêcher les dépôts.

Avantages. — Grande facilité dans la chauffe, prompte mise en

Digitized by Google

pression, réparation facile, avoir des tubes de rechange; pas d'ébullitions et généralement pas d'entraînement d'eau dans la machine.

6° CHAUDIÈRE WHITTE

(Fig. 178.)

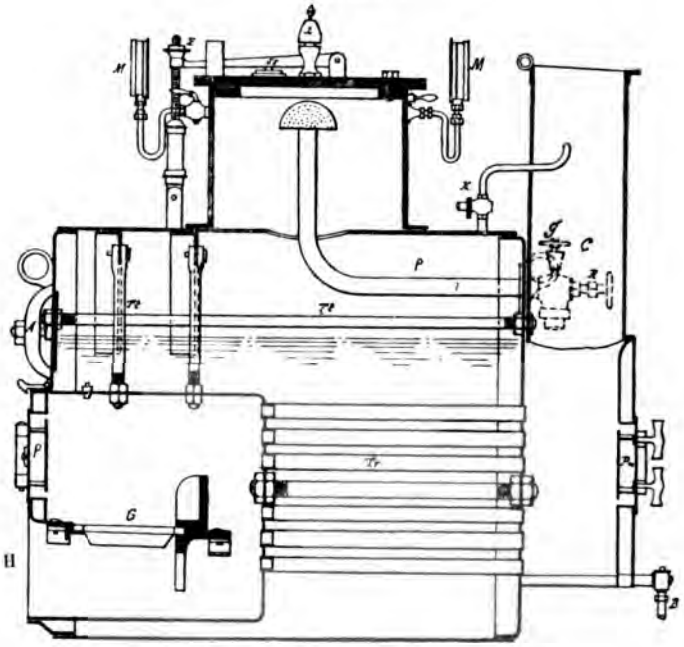


Fig. 178, vue 3. — Coupe longitudinale.

P, porte du foyer.
G, grilles.
Tv, tubes de la chaudière.
A, portes de visite et nettoyage.
Tl, tirants.
p, pipe de vapeur à crépine.
C, cheminée.
M, manomètre.
Ss, soupape de sûreté.
E, écrou pour le serrage de la tige de la soupape de sûreté.
K, robinet du tirage artificiel.
L, sifflet.
M', robinet d'extraction.
N, robinets jauges.
O, niveau d'eau.
R, prise de vapeur de la machine.
B, robinets d'alimentation.
P'n, porte de nettoyage et ramonage.
g, prise de vapeur du giffard de cale.
H, porte du cendrier.

Cette chaudière est cylindrique, tubulaire, à flammes directes; à la partie supérieure du cylindre est riveté le coffre à vapeur sur lequel sont fixées les prises de vapeur des soupapes de sûreté, du sifflet et du manomètre; la prise de vapeur de la machine est fixée sur la face AB

Digitized by Google

de la chaudière, du côté de la cheminée, et son tuyau se prolonge dans le coffre à vapeur et se termine par une calotte crépinée.

Le foyer et le faisceau tubulaire sont placés dans l'intérieur du cylindre enveloppe ; le foyer a la forme d'un demi-cylindre dont le ciel est à surface plane; ce ciel est consolidé à l'aide de tirants.

L'alimentation doit se faire avec de l'eau douce provenant de la condensation de la vapeur, si la machine est à condensation par surface, ou avec de l'eau contenue dans des caisses d'approvisionnement, l'eau de mer ne saurait être employée à cause des dépôts qui se formeraient spécialement sur le ciel du fourneau.

Les extractions que l'on pourrait faire ne seraient pas suffisantes pour prévenir ces dépôts.

L'alimentation se fait soit par une pompe mue par la machine, soit par un Giffard.

Ces chaudières ne peuvent réellement bien fonctionner, avec économie et sécurité qu'autant que leur intérieur sera maintenu excessivement propre; donc, après quelques traversées, il faudra les ouvrir et gratter les surfaces de chauffe; il faut les ramoner avec soin après chaque traversée de quatre heures, et avec un écouvillon articulé pour les parties non en regard des portes des boîtes à fumée et du fourneau.

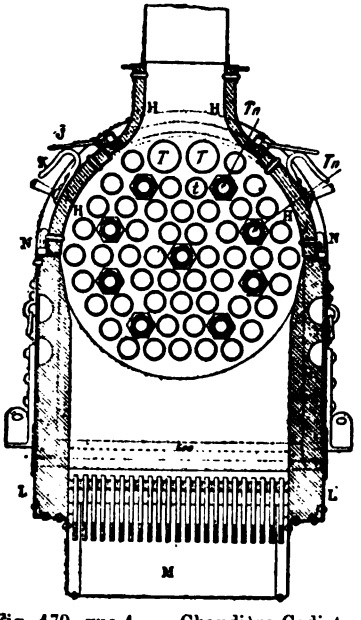


Fig. 179, vue 1. — Chaudière Cadiat.

7° CHAUDIÈRE TRÉPARDOUX

(Fig. 164, 165.)

Cette chaudière a été décrite plus haut dans la série des chaudières des torpilleurs. S'y reporter.

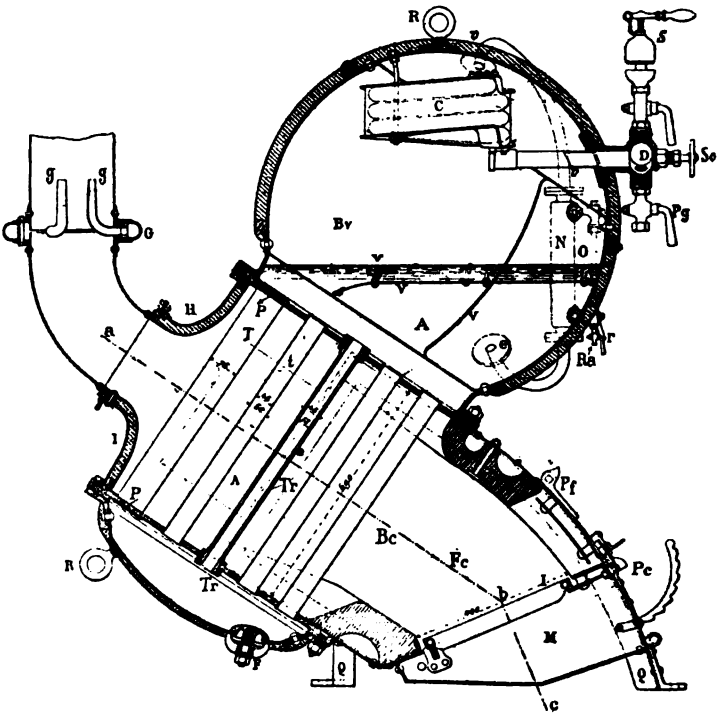
8° CHAUDIÈRE CADIAT

(Fig. 179.)

Cette chaudière est à flamme directe, et se compose d'un faisceau tubulaire fortement incliné, surmonté d'une calotte formant réservoir de vapeur et d'eau.

Digitized by Google

Dans ce réservoir de vapeur se trouvent des chicanes ayant pour but de diviser l'eau et d'en empêcher les entrainements par l'ac-


R
v
S
C
D
So
Pg
Bv
N
O
G
g
g
H
P
T
A
V
V
V
Ra
r
a
t
t
t

tivité de l'ébullition et par le courant de vapeur. Un serpentin C lui sert encore de sécheur.

A la partie supérieure du faisceau tubulaire se trouvent de gros

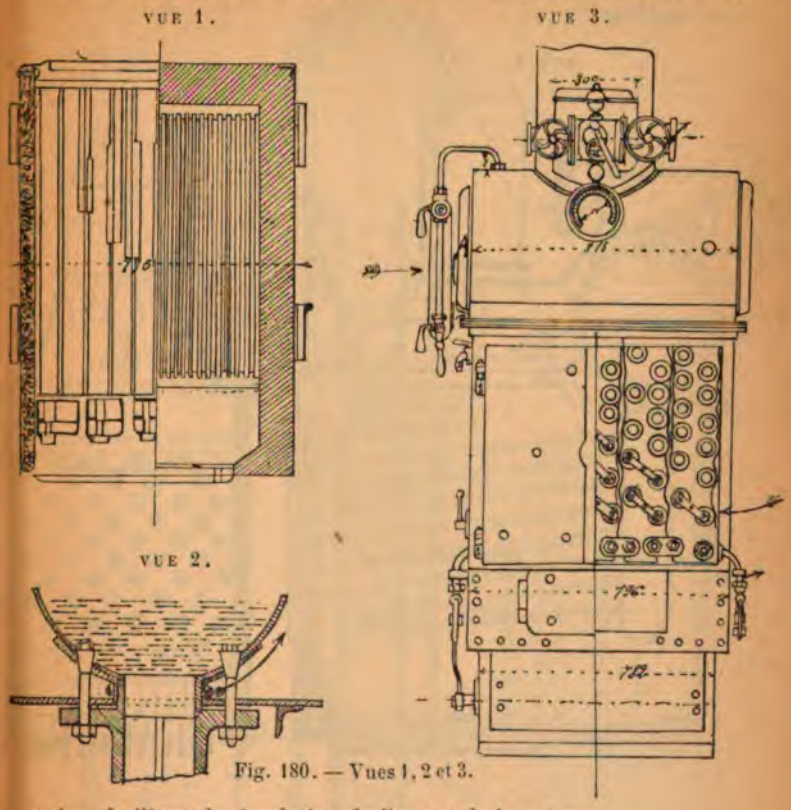


Fig. 180. — Vues 1, 2 et 3.

tubes, facilitant la circulation de l'eau et de la vapeur.

Une porte de visite placée à la partie inférieure permet de vider la chaudière et d'enlever les dépôts.

Cette chaudière est en essai et paraît peu se répandre dans la marine. Ses formes spéciales la rendent très résistante.

9° CHAUDIÈRE COLLET POUR CANOT

(Fig. 180.)

Cette chaudière, représentée par la figure 162, est une disposition spéciale du système approprié pour canots.

Digitized by Google

Elle se compose également d'un certain nombre de collecteurs semblables à ceux des grandes chaudières. Comme toutes les chaudières de canots elle possède tous les organes nécessaires à sa conduite et à son entretien.

VUE 4. VUE 5.

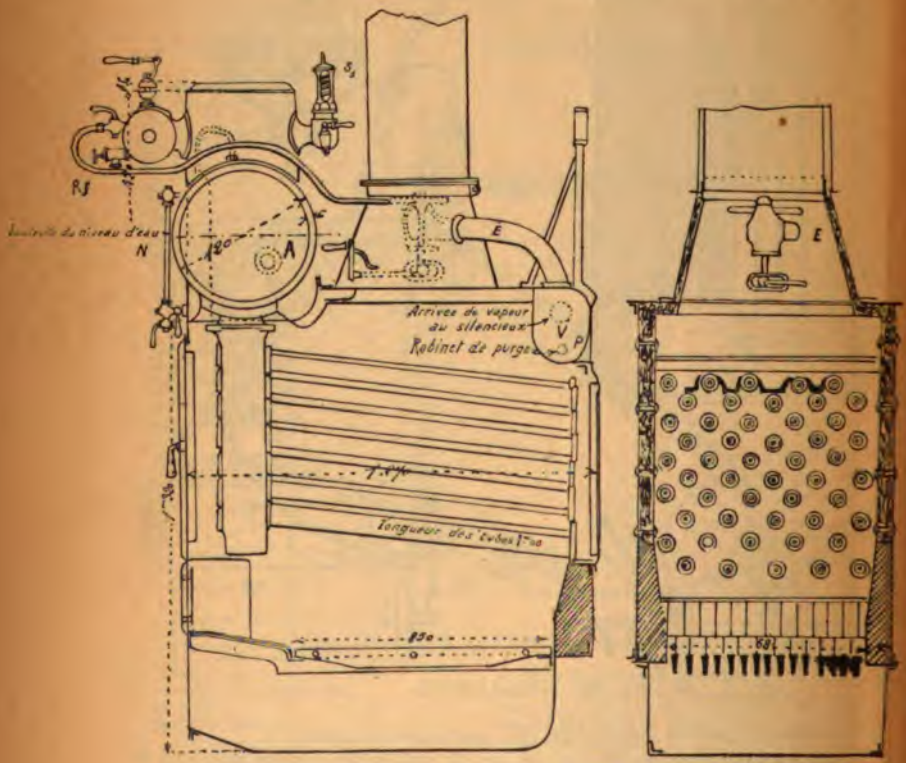


Fig. 180. — Vues 4 et 5.

Les résultats obtenus par cette chaudière ont été satisfaisants; mais à proportion égale aux autres types employés, elle est généralement plus lourde; sur les chaudières multitubulaires Belleville, elle ne présente aucun avantage, si ce n'est que pour le remplacement d'un tube, mais par contre elle a l'inconvénient de tous les joints. L'usage ne s'est pas généralisé.

Digitized by Google

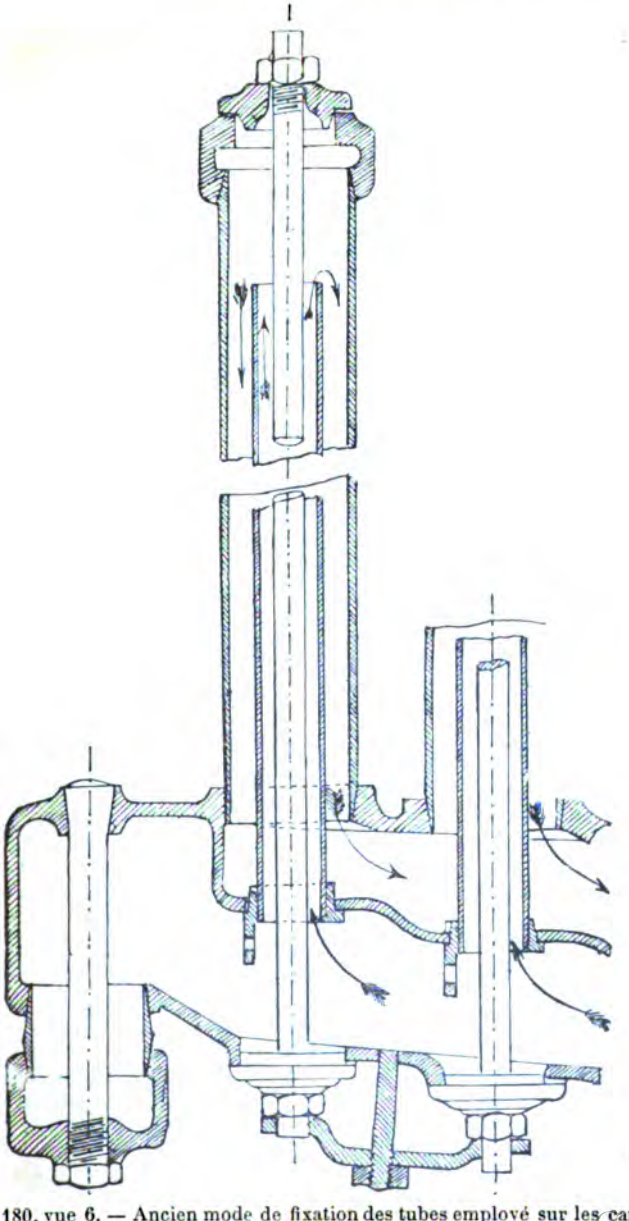


Fig. 180, vue 6. — Ancien mode de fixation des tubes employé sur les canots.

Digitized by Google

CHAUDIÈRE TYPE LOCOMOTIVE, APPLIQUÉE AUX CANOTS VEDETTE

Proposée par M. LAUBEUF, ingénieur de la marine.

(Fig. 181.)

Pour éviter les fuites qui se sont si fréquemment déclarées aux tubes des chaudières ordinaires, type locomotive, employées sur les canots vedettes, soit pendant la marche, soit après leur fonctionnement, M. Laubeuf, ingénieur de la marine, proposa le type suivant représenté par la figure 181.

Une disposition particulière des tubes et des différentes parties de la chaudière facilitent les dilatations et les déformations, et le dégagement de la vapeur.

Pour faciliter les déformations, les dispositions suivantes ont été adoptées.

La plaque tubulaire de la boîte à feu a une épaisseur réduite à 10 millimètres si elle est en acier et à 15 millimètres si elle est en fer.

On se base ordinairement pour l'augmentation d'épaisseur de cette plaque par rapport aux autres tôles sur ce qu'elle est percée de nombreux trous qui l'affaiblissent. Au contraire, au moyen de tubes elle est plus armée et plus soutenue qu'aucune autre partie. On sait, en effet qu'il faut un effort de 8 tonneaux pour arracher à froid un tube de la plaque. En admettant que cet effort se réduise à 4 tonneaux à chaud pour la diminution de tenue du tube, il reste encore environ dix fois plus grand que l'effort qui tend à écarter les plaques à tubes. Cette diminution d'épaisseur aura aussi pour effet une meilleure transmission de la chaleur. L'épaisseur de 10 millimètres est suffisante d'ailleurs pour faire un bon emmanchement.

La tôle formant ciel et flancs du foyer n'a que 8 millimètres en acier ou 12 millimètres en cuivre.

Le cuivre pour les foyers est le métal préféré.

L'attache des tôles du foyer avec celles de la boîte à feu est différente de ce qui se fait généralement. Les bords des tôles de foyer sont tombés et s'attachent avec les bords non tombés des tôles de boîte à feu au moyen d'un cadre en cornières. Cette attache n'est pas plus difficile à exécuter que celle faite habituellement.

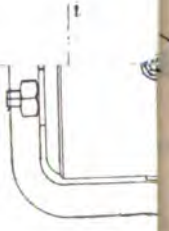
Les entretoises sont tournées cylindriques avec un diamètre réduit entre les tôles des lames d'eau, le diamètre est de 16 millimètres en acier ou 22 millimètres en cuivre sauf pour la rangée supérieure et la rangée la plus rapprochée de la plaque tubulaire qui ont 18 millimètres en acier et 24 millimètres en cuivre. Cette diminution du diamètre tout en ne faisant travailler le métal qu'à 6 kilogrammes pour l'acier et $3^{kg},75$ pour le cuivre, facilitera la flexion dans le milieu sans fatiguer l'emmanchement des parties filetées dans les tôles des lames d'eau.

Digitized by Google

Digitized by Google

t CD.

Coupe longitudinale suivant AB



iteurs.

Digitized by Google

Le cuivre est encore préférable à l'acier parce qu'il est plus exempt de dépôts et transmet mieux la chaleur à l'eau environnante sans prendre de température exagérée, comme peut le faire une entretoise recouverte de sels.

Les entretoises sont percées aux extrémités. Un des trous est cylindrique, l'autre est hexagonal et sert à fixer l'entretoise. Une fois

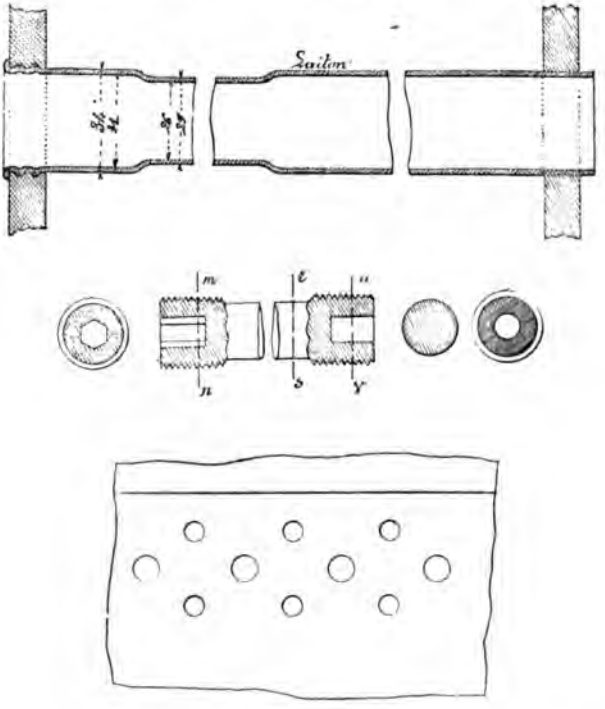


Fig. 181. — Vue 4.

vissée, on la mate au moyen d'une broche centrale à chaque bout, ce qui aide au rivetage de la tête.

Les tirants du ciel du foyer sont en acier et attachés de façon à permettre les déplacements longitudinaux par rapport à l'enveloppe. L'attache du corps cylindrique à la plaque tubulaire et à la boîte à feu se fait par une tôle dont le mode d'attache permet la dilatation. Les tubes sont cintrés, leur diamètre extérieur est de 34 millimètres, sauf près de la plaque de tête où il est réduit à 29 millimètres sur une longueur de $0^m,200$. La longueur des tubes serait insuffisante pour

Digitized by Google

permettre la flexion des tubes droits; ceux-ci étant cintrés pourront donc fléchir sans fatiguer les plaques tubulaires.

Le rayon de courbure est le même pour tous, il n'y a donc qu'une espèce de rechange.

Les tubes sont en laiton, ils seront maintenus dans les plaques tubulaires par le procédé Caraman-Vossel.

La première rangée de tirants et la première rangée d'entretoises ont été éloignées de la plaque tubulaire pour ne pas fatiguer la couture.

Pour faciliter le dégagement de la vapeur, les lames d'eau vont en s'écartant à la partie supérieure. L'espacement des tubes est de 18 millimètres à la partie basse, et 28 millimètres à la partie haute; cette disposition est très rationnelle, et n'est adoptée que sur les chaudières Normand.

Les tubes sont en quinconce, la grande diagonale des losanges horizontale. La vapeur peut donc s'élever verticalement et l'espace qui lui est offert pour son dégagement va en croissant. Dans la chaudière de certaines vedettes, au contraire la grande diagonale est verticale et l'espacement des tubes n'est que de 15 millimètres. La vapeur emprisonnée dans le faisceau est forcée de contourner les tubes pour se dégager. Cette disposition de l'ensemble permet d'estimer que sa surface de chauffe tubulaire, qui n'est que de 10 mètres carrés, sera aussi efficace pour la production de vapeur que celle de $12^{mq},65$ des chaudières en usage.

La plaque de tête tubulaire est inclinée, de cette façon la vapeur qui se forme le long de cette plaque peut se dégager verticalement de tous les points. On évitera ainsi les matelas de vapeur qui isolent la plaque à tubes lorsque la chauffe est activée. La présence de ce matelas de vapeur a été prouvée par une expérience de M. l'ingénieur Godard. Un tube prenait derrière la plaque et débouchait à l'extérieur. Il était muni d'un robinet. Quand la vaporisation était énergique, si on ouvrait le robinet, il ne venait que de la vapeur pendant quelque temps. Ce matelas étant mauvais conducteur de la chaleur provoque un échauffement anormal à la plaque tubulaire qui est la principale cause des fuites. La partie restreinte des tubes, placés près de la plaque tubulaire, offre un plus grand espace pour le dégagement de la vapeur. Le dessus de la boite à feu est plat et est armé comme celui des chaudières Thornycroft. Le volume de vapeur est augmenté. Une rangée de briques garnit le fond de la grille.

Les parties distinctives de ce type de chaudière est l'inclinaison de la plaque tubulaire et le cintrage des tubes. Avec des tubes d'une longueur de 2 mètres à $2^{m},50$, fléchissant légèrement, on diminuerait les poussées sur la plaque; son poids sera un peu plus élevé que celui des chaudières actuelles.

Au point de vue du fonctionnement les chaudières de canots se valent. Leur production est identique comme poids de vapeur; cepen-

Digitized by Google

dant la préférence doit être accordée aux chaudières Bigot et Belleville dont le nettoyage et les réparations sont plus faciles que dans les autres.

CHAUDIÈRES DES POSTES DE TORPILLEURS

(Voir fig. 171.)

Cette chaudière a été déjà décrite dans les canots.

Les chaudières employées dans les postes de torpilleurs sont :

1° Les chaudières cylindriques horizontales, tubulaires et à retour de flammes, à foyer amovible, ce qui permet de nettoyer le faisceau tubulaire et en même temps l'intérieur de la chaudière. Pour sortir le foyer, il suffit de démonter le joint des pinces et d'enlever les vis qui fixent le fond de la boîte à feu à des cornières qui sont fixées au fond de la chaudière. Cette chaudière est surmontée d'un dôme qui sert de coffre à vapeur.

Le régulateur d'alimentation est du système d'Indret dont la description a été faite.

Cette chaudière ayant un coffre à vapeur et un volume d'eau suffisants ne présente aucune difficulté pour sa conduite.

(Fig. 182.)

2° Les chaudières cylindriques verticales à deux cylindres concentriques; le cylindre extérieur forme le corps de la chaudière. Le cylindre intérieur est traversé par des tubes bouilleurs rivetés. Ces tubes sont superposés de façon à obliger les flammes à les contourner. Ces chaudières sont très simples de construction et sont très faciles à conduire; leurs volumes d'eau et de vapeur sont relativement grands; elles ne donnent lieu à aucune ébullition. Lorsque ces chaudières restent longtemps sans fonctionner, il faut les nettoyer avec soin, les assécher par un feu doux à l'aide d'un réchaud dont le tuyau débouche dans l'intérieur en passant par un auto-

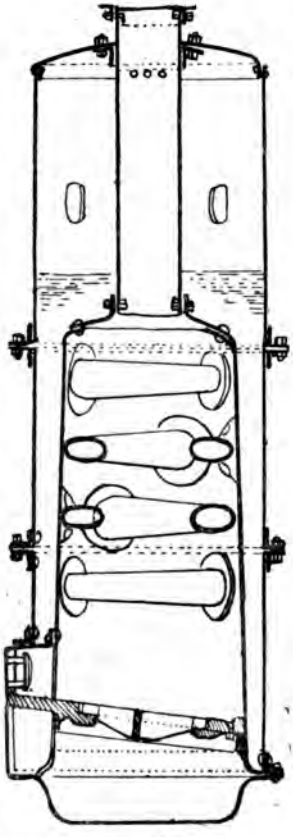


Fig. 182.

Digitized by Google

clave; mettre préalablement de la chaux vive à raison de 2 décimètres cubes par mètre cube de volume.

Et la chaudière figure 183.

CHAUDIÈRES DES POSTES PHOTO-ÉLECTRIQUES

Les chaudières employées dans les postes photo-électriques, sont :

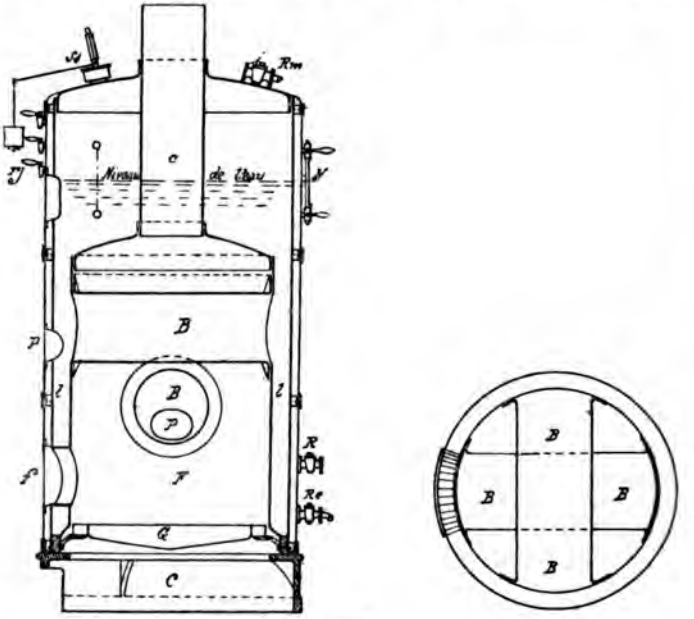


Fig. 183.

f, porte du foyer.
F, foyer.
c, cheminée.
G, grilles.
C, cendrier.
B, bouilleurs transversaux.
l, lames d'eau.
Ss, soupape de sûreté avec contrepoids.
Rm, prise de vapeur de la machine.
rj, robinets jauges.
R, robinet d'alimentation.
Re, robinet d'extraction.
N, niveau d'eau.
P, porte de visite.

les chaudières Field et les chaudières demi-fixes système Chaligny.

La chaudière Field (fig. 184) est formée par deux cylindres, d'un extérieur et d'un cylindre intérieur. Le cylindre *y* constitue le corps extérieur de la chaudière et renferme l'eau, et forme le coffre à vapeur à sa partie supérieure, il est fermé par une calotte sur laquelle sont fixées les soupapes de sûreté prenant sur une tubulure à fourche; ces soupapes

Digitized by Google

sont équilibrées par des contrepoids glissant sur des leviers gradués en kilogrammes. Autour de la chaudière sont placés les tubes de niveau d'eau, les robinets jauges. Le robinet R d'alimentation par la pompe à bras, le robinet d'alimentation par le giffard et le robinet

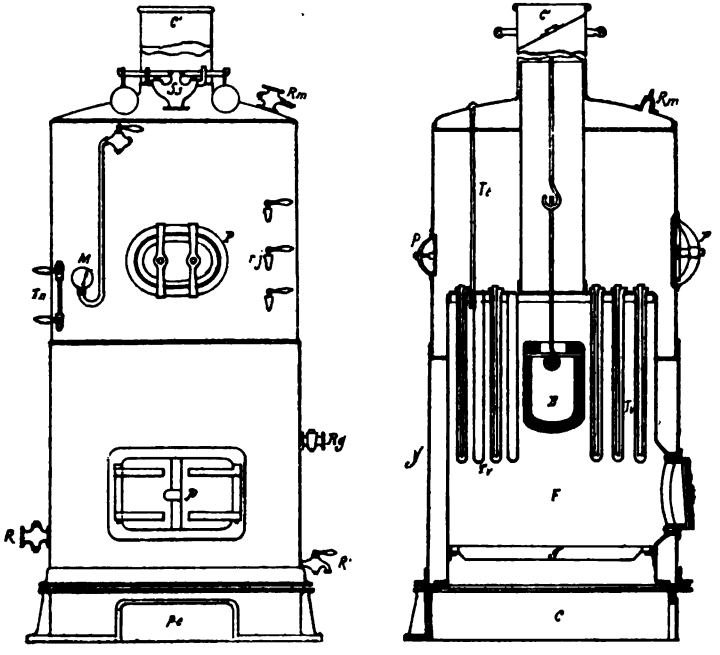


Fig 184.

p, porte du foyer.
F, foyer.
g, grilles.
pc, porte du cendrier.
C, cendrier.
Tv, tubes vaporisateurs, à l'intérieur desquels se trouvent des tubes directeurs de la vapeur.
B, cylindre en fonte pour diriger la flamme autour des tubes vaporisateurs.
T, tirants.
Tn, tube de niveau d'eau.
M, manomètre.
Sz, soupape de sûreté.
Rm, prise de vapeur de la machine.
rj, robinets jauges.
R, robinet d'alimentation.
R', robinet de vidange.
P, portes.
C', cheminée.
Rg, robinet du giffard.

e vidange. Un trou d'homme P permet l'accès dans la chaudière. e cylindre intérieur riveté à sa partie inférieure au cylindre extéieur porte le foyer et le faisceau tubulaire. La plaque de tête qui a ne épaisseur de 15 millimètres est percée de trous généralement oniques dans lesquels viennent s'emboiter les tubes générateurs. Ces ubes ont leur partie supérieure renforcée qui est tournée à la forme

Digitized by Google

des trous; ces tubes sont fermés à leur partie inférieure, sont emmanchés sur la plaque de tête et rendus étanches en les frottant, le

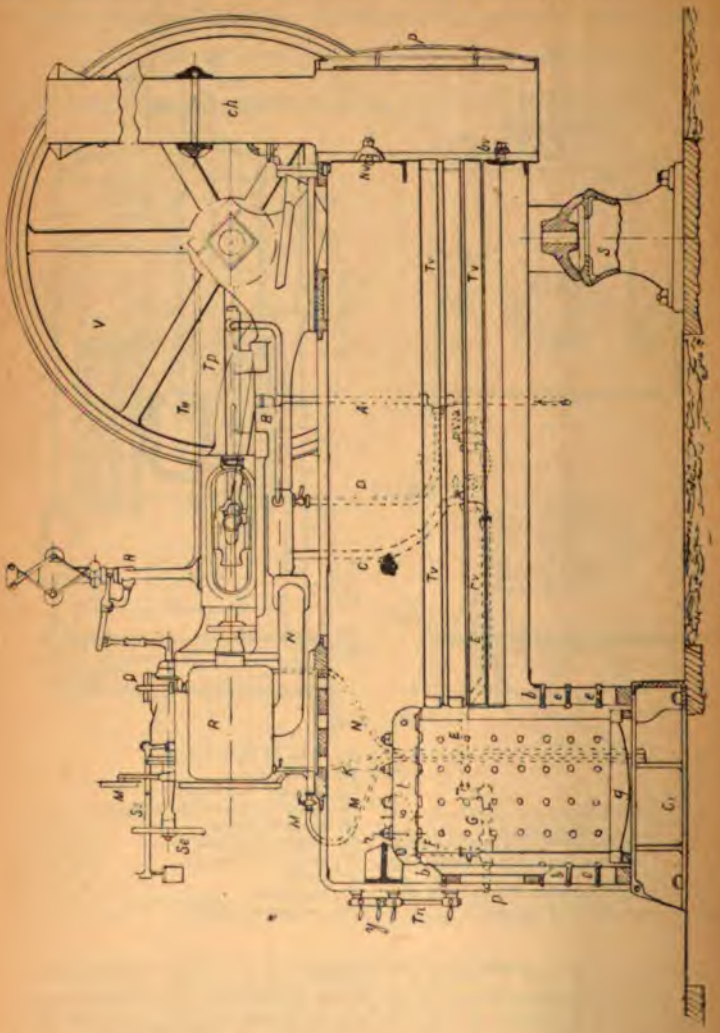


Fig. 185. — Vue 1.

plus légèrement possible avec du blanc de céruse et en les appuyant par un petit coup de maillet ou en les dudgeonnant légèrement. Dans l'inté-

Digitized by Google

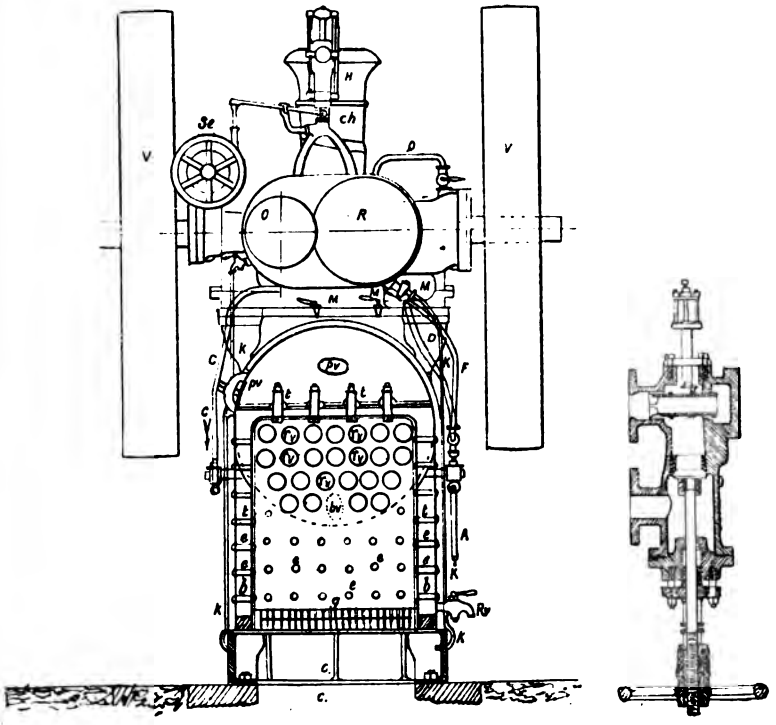


Fig. 185. — Vues 2 et 3.

p, porte du foyer.
g, grilles.
c, cendrier.
*b*T, entretoises, tirants, armature de la chaudière.
l, lame d'eau.
T*v*, tuyaux de vapeur.
ij, robinets jauges.
T*n*, tubes de niveau.
S*s*, soupape de sûreté avec contrepoids.
M, manomètre.
S*e*, soupape de prise de vapeur et soupape équilibrée avec volant de manœuvre.
ch, cheminée.
N*v*, porte de visite
pv, bouchon de visite.
p, porte de nettoyage de la boite à fumée.
S, support.
R*v*, robinet de vidange.
T*p*, tige du piston.
T*e*, tige de l'excentrique à calage variable.
H, régulateur de vitesse.
G, giffard.
F, prise de vapeur du giffard.
E, tuyau de refoulement du giffard à la chaudière.
P*a*, pompe alimentaire.
A, tuyau d'aspiration de la pompe alimentaire au condenseur.
B, refoulement de la pompe alimentaire dans les coquilles.
C. refoulement de la pompe alimentaire à la chaudière.
D, refoulement du trop-plein de la pompe alimentaire.
K, purge des cylindres.
M, purge des enveloppes des cylindres.
N, tuyau d'évacuation du cylindre détendeur au condenseur.
O, cylindre admetteur de vapeur.
R, cylindre détendeur de vapeur.
Q, tuyau du registre additionnel.
v, volants.

Digitized by Google

rieur de chacun de ces tubes est placé un tube directeur ouvert à ses deux extrémités, en tôle excessivement mince, retenu par des croisillons sur les bords du tube générateur; ces tubes facilitent la circulation extérieure de l'eau qui se fait de haut en bas, entre le tube vaporisateur et le tube directeur et vient remplacer l'eau qui a été vaporisée au contact extérieur des tubes. La vapeur monte dans le tube directeur.

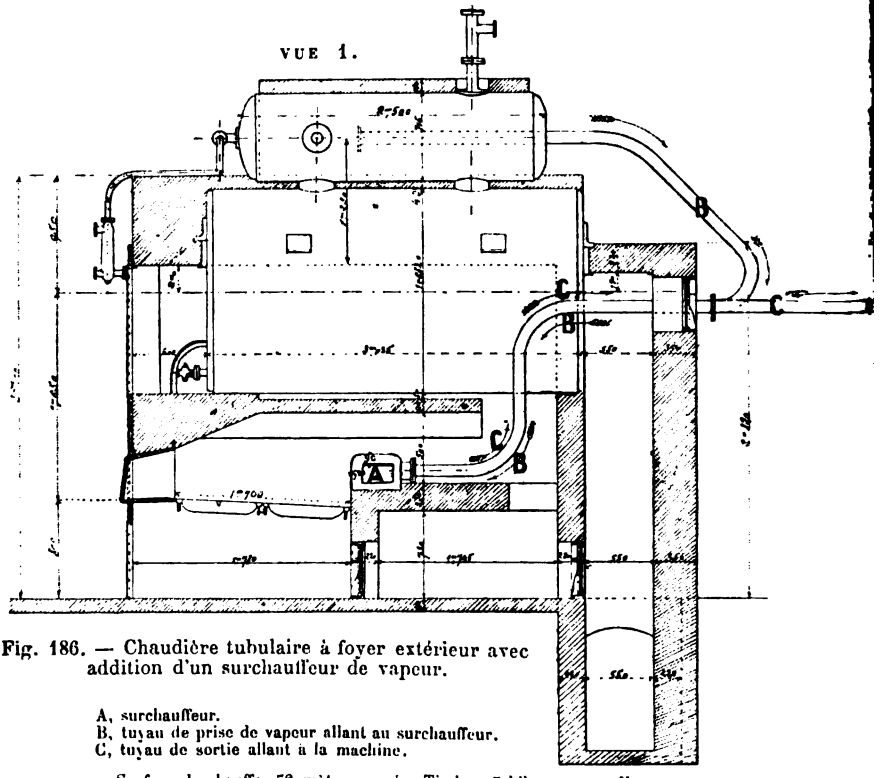


Fig. 186. — Chaudière tubulaire à foyer extérieur avec addition d'un surchauffeur de vapeur.

A, surchauffeur.
B, tuyau de prise de vapeur allant au surchauffeur.
C, tuyau de sortie allant à la machine.

Surface de chauffe, 72 mètres carrés. Timbre, 7 kilogrammes (Vues 1 et 2).

Dans ces tubes la vaporisation se fait aux parois des tubes léchés par la flamme et la circulation de l'eau par le tube intérieur directeur.

Un cylindre en fonte suspendu par une tringle empêche les flammes de se rendre directement dans la cheminée et les obligent à circuler autour des tubes; l'échappement de la vapeur de la machine se fait souvent dans ce cylindre. Il faut avoir soin que la buse d'échappement ne s'obstrue par la suie.

La conduite de ces chaudières ne présente aucune difficulté; il

Digitized by Google

faut établir un niveau normal (demi-tube); chauffer régulièrement pour maintenir une pression de 6 kilogrammes et faire donner à la machine le nombre de tours voulus.

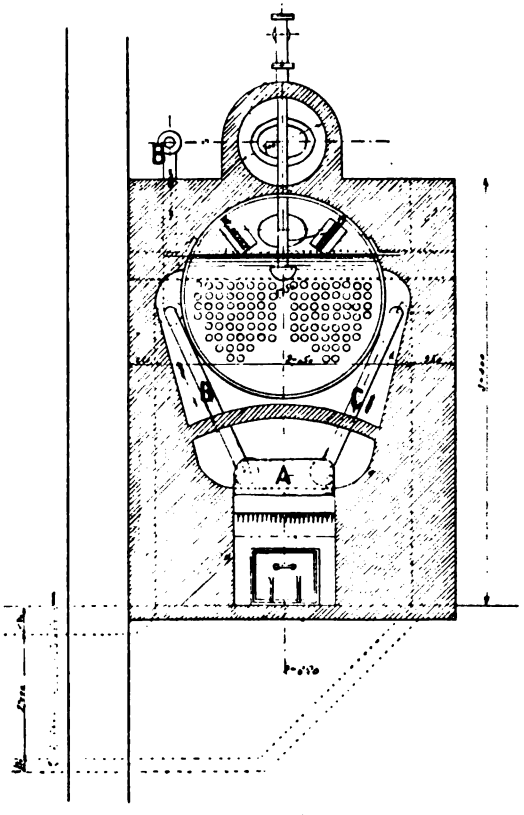


Fig. 186. — Vue 2.

A, surchauffeur. — B, tuyau de prise de vapeur allant au surchauffeur.
C, tuyau de sortie allant à la machine.

Pour leur entretien, les ouvrir tous les mois pour enlever les dépôts qui pourraient s'y accumuler à la partie inférieure; refaire le plein complet à l'eau douce, refaire le niveau normal seulement au moment de l'allumage. Le ramonage se fait par l'intérieur à l'aide d'une brosse en écouvillon.

La chaudière Chaligny (fig. 185) est cylindrique, horizontale, tubu-

Digitized by Google

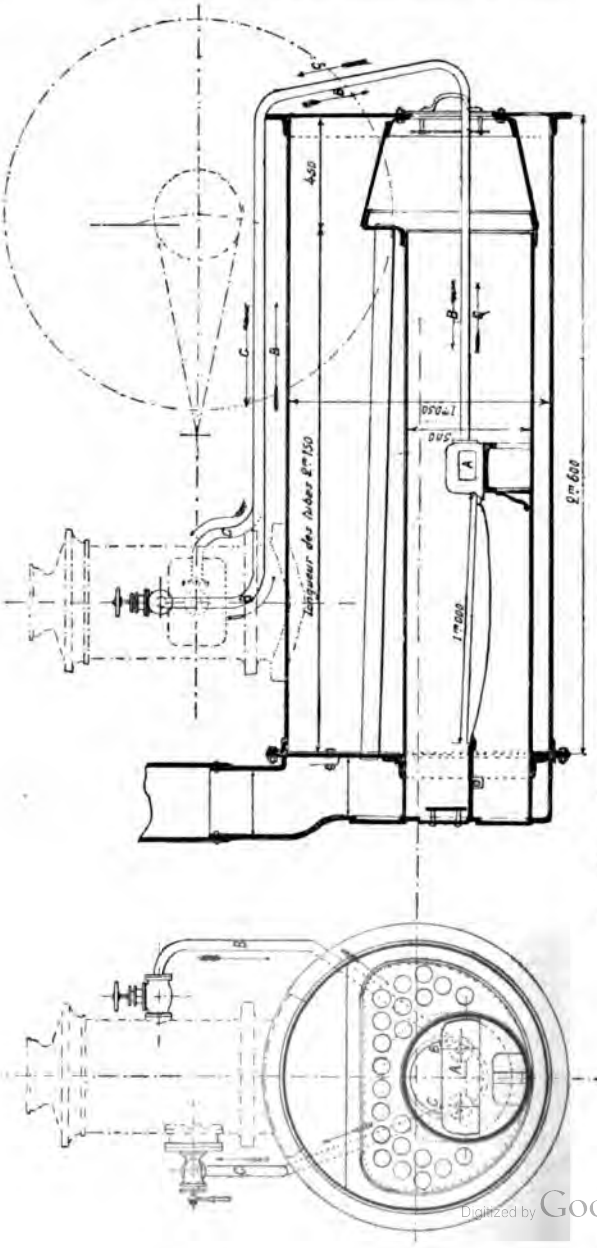


Fig. 187. — Chaudière à retour de flammes avec surchauffeur.

A, surchauffeur. — B, tuyau de prise de vapeur allant au surchauffeur. — C, tuyau de sortie de vapeur allant à la machine.
Surface de chauffe. . . . 15 mq. Timbre. . . . . 7 kg.

Digitized by Google

laire, à flammes directes, à foyer de forme trapézoïdale dont le ciel est consolidé par des armatures en fer traversées par des boulons dont la tête fait joint sur la tôle du ciel; les faces verticales sont entretoisées avec les tôles de l'enveloppe. Cette chaudière ne présente rien de particulier dans sa construction et ne diffère des autres chaudières de son type que par la nature de son eau d'alimentation qu'on appelle « eau régénérée », c'est-à-dire que cette eau condense la vapeur à laquelle elle a donné naissance et sert en même temps à l'alimentation de la chaudière. On obtient ce résultat par la disposition suivante de la machine qui comprend un petit condenseur par mélange, une pompe à air, et un grand récipient situé en plein air dans lequel la pompe à air refoule l'eau de condensation. Cette eau se déverse dans le récipient par plusieurs rigoles et tombe en place sur un lit de balais qui sont placés dans une certaine position dans la caisse, l'eau en tombant y dépose la graisse dont elle est chargée et y est refroidie par un tuyau qui aboutit au condenseur pour servir d'eau d'injection.

Au début de la marche on est obligé de mettre de l'eau dans la caisse pour servir à la condensation.

L'alimentation se fait par une pompe mue par la machine, elle aspire dans la bâche du petit condenseur et refoule cette eau d'abord dans un réchauffeur tubulaire à deux circuits placé dans le bâti de la machine. Le serpentin formé par les deux circuits est entouré par la vapeur d'évacuation du cylindre. Une même chaudière fonctionne avec l'eau provenant de la condensation de la vapeur; la condensation s'opère dans un condenseur tubulaire dont les tubes sont refroidis par un jet d'air produit par un ventilateur puissant.

Cette eau est aspirée par une pompe à air et refoulée à la chaudière par une pompe alimentaire.

Chacune de ces chaudières est munie d'un Giffard pour l'alimentation dans des arrêts. La conduite des feux de la chaudière ne présente aucune difficulté; mais il faut avoir le plus grand soin de se débarrasser des graisses qui pourraient être apportées par l'eau d'alimentation; il faudra donc veiller avec le plus grand soin au nettoyage des balais et de la partie inférieure de l'aéro-condenseur et nettoyer souvent les tubes et le foyer de la chaudière.

CHAUFFAGE MIXTE

CHAUDIÈRES AU PÉTROLE ET AU CHARBON

(Fig. 189.)

M. d'Allest, ingénieur à Marseille, a installé un chauffage au pétrole sur les chaudières de son type. Les résultats ayant été satisfaisants, un système analogue a été posé sur deux des chaudières type amirauté du *Surcouf*. Mais on conserve la disposition complète du four-

Digitized by Google

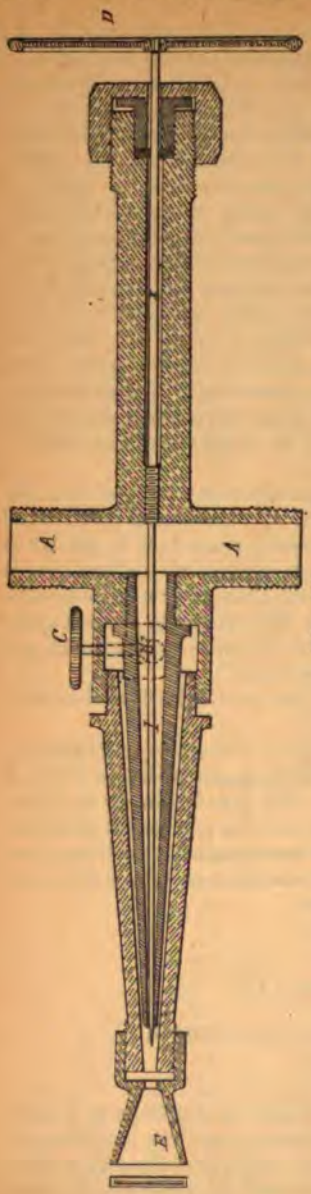


Fig. 188.

AA, arrivée du pétrole. — B, arrivée de la vapeur. — C, volant de réglage de la vapeur. — D, volant de l'aiguille I. — E, buse d'injection.

neau et le pétrole ne devient qu'un accessoire, qu'un appoint à la quantité de charbon que l'on devait brûler jointe au pétrole pour produire la même quantité de vapeur.

La disposition adoptée sur le *Furieux* est représentée par la figure 188. L'ensemble se compose d'un réservoir de pétrole placé au-dessous du pont cuirassé, dans lequel aspire un thirion qui refoule le pétrole dans un brûleur fixé sur la couronne en fonte de chaque foyer. Ce brûleur est représenté par la figure 170.

Les quantités de vapeur et de pétrole sont réglées par les vis B, I, manœuvrées par les volants C et D. Il faut régler ensemble ces quantités et convenablement afin que la pulvérisation du pétrole par la vapeur soit complète.

Le pulvérisateur système Guyot est employé sur les torpilleurs (fig. 190).

Avis de la commission sur le chauffage mixte.

1° Le pétrole embarqué sur le *Furieux* est difficilement inflammable, puisqu'il ne s'enflamme pas lorsqu'on y plonge un morceau de fer rougi. Il ne semble donc présenter aucune chance d'incendie, ce qui permet de le transporter sans danger de terre à bord, et vice versa.

2° Il peut s'embarquer avec une pompe ce qui faciliterait le ravitaillement d'une escadre, même au large, par des vapeurs pétroliers.

Ceux-ci pourraient presque toujours envoyer le pétrole au bâtiment de guerre par des manches

Digitized by Google

en toile double sans couture, suspendus le long d'une remorque et sans que l'huile risque de suinter à travers la manche.

3° Il ne s'altère pas au contact de l'air et il n'attaque pas le fer.

4° En raison des difficultés d'arrimage, on ne peut guère loger en moyenne que 800 à 840 kilogrammes de charbon par mètre cube de soute. Eu égard à la densité du pétrole, 0,91 ou 0,92, chaque mètre cube de soute peut au contraire en contenir 910 à 920 kilogrammes.

5° On peut, avec peu de frais, disposer des chaudières marines pour

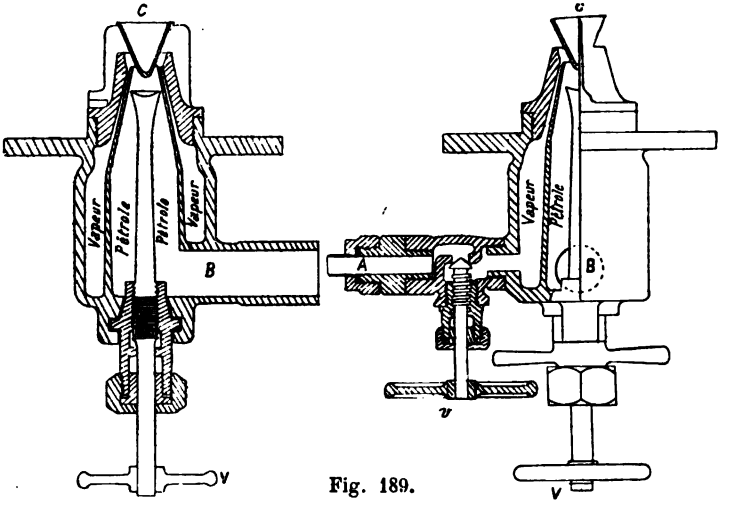


Fig. 189.

chauffer au pétrole, tout en conservant la faculté de chauffer au charbon seul.

6° La charge d'une certaine quantité de charbon frais et l'ouverture des portes de fourneaux sont des causes de refroidissement qui troublent momentanément la combustion du pétrole.

7° Une pression trop forte du pétrole produit des projections d'huile non pulvérisée, des crachements qui donnent naissance à une fumée abondante.

8° Le pétrole brûle très bien avec une couche de charbon d'épaisseur moyenne ; celle qui correspond à une consommation de 75 kilogrammes par heure et par mètre carré de grille. Dès que la couche de charbon est trop forte, les deux combustibles se gênent, il se produit une épaisse fumée parce que l'air n'arrive au pétrole qu'après avoir traversé la couche de charbon, et dès lors l'oxygène fait défaut.

9° La manœuvre des pulvérisateurs est simple ; le personnel se forme très vite à régler par tâtonnements les ouvertures des soupapes

Digitized by Google

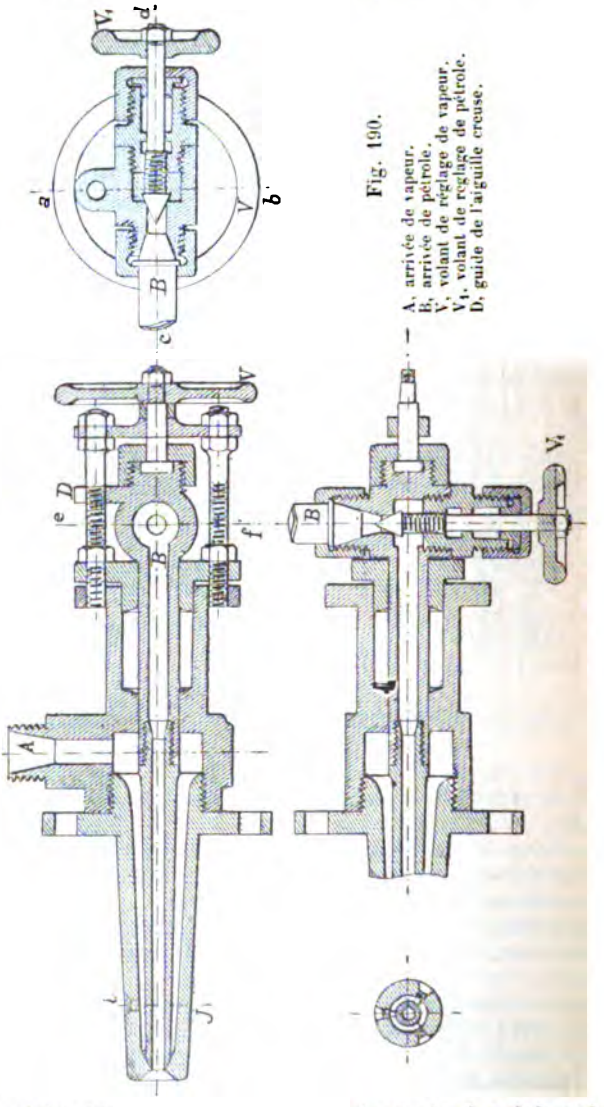


Fig. 190.

A, arrivée de vapeur.
B, arrivée de pétrole.
V, volant de réglage de vapeur.
V₁, volant de réglage de pétrole.
D, guide de l'aiguille creuse.

d'huile et de vapeur qui fournissent le faisceau le plus clair et le plu intense.

10° Le pétrole permet de pousser d'un instant à l'autre la produ

Digitized by Google

tion de vapeur à son maximum d'intensité ; il facilite par suite les brusques changements de vitesse, ce qui est un avantage appréciable au point de vue militaire, surtout pour les petits bâtiments.

11° L'emploi du pétrole ne demande qu'un petit nombre d'hommes exercés et permet de réduire de plus de moitié le personnel employé à la chauffe.

Cette considération ne permettra de réduire les effectifs des machines que sur les bâtiments où le chauffage mixte serait permanent, mais elle permettra tout au moins d'obtenir une meilleure utilisation du personnel pendant le combat, sur les bâtiments qui pourront brûler accidentellement du pétrole, puisque le personnel de chauffeurs et de soutiers de combat pourra être réduit de plus de moitié.

12° Enfin, l'emploi du pétrole permettra toujours de soutenir une marche prolongée aux grandes allures sans fatigue exagérée pour le personnel, tandis que l'allure au tirage forcé ne peut se soutenir au delà de deux ou trois heures, à cause de l'encrassement rapide des fourneaux, de l'encombrement des escarbilles et de la difficulté d'approvisionnement de charbon.

Déterminer le temps que l'on gagne en s'aidant du pétrole pour pousser les feux lorsqu'ils sont au fond des fourneaux.

Les feux de quatre chaudières étant depuis la veille au fond des fourneaux, la commission a fait pousser les feux dans deux chaudières avec du charbon seul et dans les deux autres, en s'aidant du pétrole.

Le tableau ci-après représente les résultats de cette expérience :

	CHARBON seul	CHARBON et PÉTROLE
Température de l'eau aux chaudières au départ	100°	100°
Temps au bout duquel la pression est montée à 5 kilogrammes	45m	16m
Pression au départ, étant	0	0
Bénéfice au profit du chauffage mixte		29m

Ce bénéfice de temps est assurément un avantage au point de vue militaire, mais ce n'est ni le seul, ni le plus important.

Quand les feux sont sur l'AV des fourneaux sans pression aux chaudières, la dépense de combustible d'entretien est de 8 kilogrammes par heure et par foyer, et il faut quarante-cinq minutes environ pour mettre l'appareil évaporatoire en situation convenable pour être prêt à marcher.

Digitized by Google

Chacun sait que pour pouvoir appareiller au bout d'un temps moindre, il ne suffit pas d'entretenir dans les chaudières un poids de vapeur qui serait vite dépensé dès les premiers tours de machine, il faut avant tout entretenir les feux dans un état d'activité qui rend inévitable une augmentation permanente de la dépense de combustible.

Ainsi, pour être prêt à marcher quinze ou vingt minutes après ordre, il faut dépenser 16 à 20 kilogrammes de charbon par heure et par foyer au lieu de 8.

Or, cette situation est celle que conserveront le plus souvent nos bâtiments en temps de guerre, parce qu'il ne faudra généralement pas plus de quinze à vingt minutes à un bâtiment ennemi aperçu à l'horizon pour se trouver à distance utile de combat.

Cette obligation de dépenser 16 à 20 kilogrammes de charbon par heure et par foyer sera très onéreuse ; elle conduira souvent les bâtiments à épuiser leurs forces sur place.

L'emploi du pétrole permettrait, au contraire, d'entretenir les feux sous pression aux chaudières, c'est-à-dire avec le minimum de dépense tout en restant prêt à marcher quinze à vingt minutes après ordre.

L'économie qui en résultera pour des bâtiments dont le premier devoir est de ne pas se laisser surprendre, sera considérable au bout d'un certain nombre de jours ; elle rendra les ravitaillements indispensables plus éloignés, et se traduira indépendamment de l'économie en argent par une augmentation réelle du rayon d'action des bâtiments.

Dans sa première réunion, la commission a exprimé le désir de voir remplacer la vapeur par l'air comprimé comme agent pulvérisateur, parce que la vapeur employée pour la pulvérisation représente un poids d'eau douce que l'on ne peut pas retirer sans inconvénient de la masse liquide en travail, surtout pour des chaudières à haute pression. Il deviendrait nécessaire d'embarquer un appareil distillatoire pour réparer les pertes d'eau douce, ce que la commission se refuse à admettre.

Les tableaux suivants mettent en évidence les différences qui existent entre les pulvérisateurs à vapeur qui ont été embarqués sur le *Furieux* et l'un de ces pulvérisateurs modifié par M. Fontaine pour l'emploi de l'air comprimé.

La commission a constaté que le fonctionnement du pulvérisateur modifié par M. Fontaine pour l'emploi de l'air comprimé est très satisfaisant ; peut-être même la gerbe qu'il produit est-elle plus claire que celle du pulvérisateur à vapeur parce que l'air est un gaz comburant tandis que la vapeur est inerte.

Elle constate que le pulvérisateur modifié peut également servir à pulvériser le pétrole par la vapeur, et elle se propose d'étudier comparativement les deux systèmes de pulvérisateurs par des expériences dont il est parlé plus loin.

Digitized by Google

Expériences de vaporisation

Détermination du poids de vapeur produit par une chaudière du *Furieux* avec feux poussés.
- Avec le charbon seul.
  - 1° Au tirage naturel.
  - 2° Au tirage forcé.
- Avec le chauffage mixte.
  - 3° En pulvérisant avec la vapeur.
  - 4° En pulvérisant avec l'air.
  - 5° Avec le tirage activé par les ventilateurs.

6° Essai de rendement des pulvérisateurs, en détermination du rapport du poids d'air au poids d'huile pulvérisée.

7° Essai définitif de bon fonctionnement en route à 4 chaudières avec le chauffage mixte.

Les expériences 1, 2, 3, 4, 6 ont été successivement faites en quatre jours.

Essai n° 1. Chauffage au charbon seul, tirage naturel.

Durée de l'essai, trois heures trente minutes :

HEURES	PRESSION à la chaudière	PRESSION dans la boite à fumée	EAU vaporisée	OBSERVATIONS
Midi 30.	$4^{kg},500$ à $4^{kg},700$	De 5 mm. à 6 mm.	»	L'expérience avait été commencée à midi. Il y a eu des entraînements d'eau au début et on a supprimé la partie de l'essai comprise entre midi et midi 30 minutes.
1 heure.			1 698,606	
2 —			4 031,856	
3 —			4 081,632	
4 —			3 950,970	
		Total.	13 763,064	

Charbon dépensé.	Total	1 520 kg.
	Par heure et par mètre carré de grille	$92^{kg},401$
Eau vaporisée . .	Par heure	$3\,932^{lit},30$
	Par kilogramme de charbon . .	$9^{lit},05$

Les éléments de la chaudière employée sont les suivants :

Volume d'eau.	11 500 litres.
Volume de vapeur	7 140 —
Total. . . .	18 640 litres.

Nombre de foyers.	2
Surface de grille des deux foyers.	$4^{m2},70$
Pression de régime	4 kilogr.

Digitized by Google

Essai n° 2. Chauffage au charbon seul, tirage forcé par les ventilateurs.

Durée de l'essai, deux heures :

HEURES	PRESSION à la chaudière	PRESSION D'AIR		EAU VAPORISÉE
		A la chaudière	Dans la boîte à fumée	
8 heures. 9 — 10 —	4kg,500 à 4kg,750	de 7 mm. à 10 mm.	de 4 mm. à 9 mm.	12 738 lit.

Charbon dépensé.	Total.	1 400 kg.
	Par litre et par mètre carré de grille.	148kg,93
Eau vaporisée . .	Par heure	6 369 lit.
	Par kilogramme de charbon. .	9lit,099

Essai n° 3. Chauffage mixte, pulvérisation par la vapeur.

Durée de l'essai, deux heures quinze minutes :

HEURES	PRESSION à la chaudière	PRESSION dans la boîte à fumée	CONSOMMATION de pétrole	EAU vaporisée	PRESSION	
					de vapeur au pulvérisateur	de pétrole au pulvérisateur
	Kilog.			Lit.	Kilog.	
Midi 45	4,500	8mm,5	22 à 24 mm. de hauteur dans la caisse, par 1/4 d'heure.	10 645,35	4	0kg,500
1 heure.	4,700	à				à
2 —	4,000	6 mm.				0kg,600
3 —	4,000		334kg,56			

Combustible dépensé.	Pétrole p par heure et par mètre carré de grille	31kg,64
	Charbon. Quantité totale, ...	760 kg.
	Charbon. Quantité c par heure et mètre carré de grille	72kg,38

Rapport : $\frac{p}{c} = 0,437$

Quantité d'eau vaporisée à l'heure.	4 731 lit.
Quantité d'eau vaporisée par kilogramme du mélange de combustible.	9lit,766

Digitized by Google

Le charbon de très bonne qualité était en briquettes et provenait de la mine d'Anzin.

La caisse d'alimentation, contenant 6 000 litres, était celle qui sert de réservoir pour les appareils hydrauliques ; on alimentait avec un réservoir de 2 800 litres pendant le temps nécessaire pour refaire le plein de la caisse d'alimentation.

Essai n° 4. Chauffage mixte, pulvérisation par l'air comprimé.

Durée de l'essai, deux heures quinze minutes :

HEURES	PRESSION à la chaudière	PRESSION dans la boite à fumée	PÉTROLE dépensé	EAU vaporisée	PRESSION de l'air au pulvérisateur	PRESSION du pétrole
Midi.						
1 heure.	4kg,250	4 mm.	De 20 mm. à 35 mm. par 1/4 d'heure.	1 236l,351	3 kilog.	0kg,700
2 —	à	à			à	à
2 h. 15.	4kg,700	5 mm.	440kg,220		3kg,500	1 kilog.

Combustible dépensé.	Poids de pétrole par heure et mètre carré de grille, p	41kg,628
	Charbon. Total	680 kg.
	Charbon. Par heure et par mètre carré de grille, c.	64kg,768
	Poids, $p + c$.	106kg,396

Rapport : $\frac{p}{c} = 0,64$

Nombre de litres d'eau vaporisée à l'heure	5 490 lit.
Eau vaporisée par kilogramme du mélange du combustible.	11lit,03

Pour l'essai n° 1, la vapeur a été directement évacuée par la soupape de sûreté ; mais on a prévu que des entraînements d'eau pourraient ultérieurement se produire ; on a, pour les autres essais, fait passer la vapeur d'échappement dans une chaudière intermédiaire, qui remplissait le rôle d'épurateur, ce qui a permis de tenir compte assez approximativement de l'eau entraînée.

L'air a été fourni par deux réservoirs de 375 litres remplis au moyen de la pompe de compression et mis en communication avec l'appareil de chauffage par un tuyau de chargement de torpilles. Des manomètres permettaient de régler les pressions de départ et d'arrivée,

Digitized by Google

L'installation pour le pétrole et le principe des pulvérisateurs essayés ont été exposés plus haut.

Pendant les essais du *Furieux*, la quantité de charbon dépensé par mètre carré de grille et par heure a varié entre 80 et 104 kilogrammes, au tirage naturel.

Les quantités de charbon brûlé par heure et par mètre carré de grille pendant les essais du *Furieux* avaient varié entre 117 et 158 kilogrammes, au tirage forcé, à l'aide des ventilateurs.

Les ventilateurs sont très puissants, à 300 tours environ, ils peuvent fournir la quantité d'air suffisante à une combustion de 160 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure.

La vaporisation par heure est supérieure de 800 litres à celle du tirage naturel et inférieure de 1 638 litres à celle du tirage forcé au charbon seul.

Le poids d'eau vaporisée par kilogramme de mélange de combustible est supérieure de $0^{kg},700$ aux quantités précédentes.

La vapeur, pour la pulvérisation du pétrole, a été empruntée à une autre chaudière.

L'essai n° 5 relatif à l'emploi simultané du chauffage mixte et du tirage activé par les ventilateurs, n'a pas été fait. La commission a pensé que ce mode de chauffage pourrait provoquer une surproduction de vapeur et des entraînements assez considérables pour amener peut-être des accidents de chaudières. Les chances d'entraînements seraient probablement moindres si les machines étaient en marche ; mais, si elles venaient à se produire, on pourrait craindre des avaries dans l'appareil moteur.

CONCLUSIONS

1° *Comparaison du chauffage mixte avec le chauffage ordinaire, au tirage naturel et au tirage forcé.*

1° En passant du chauffage ordinaire au chauffage mixte, tirage ordinaire, on gagne 1 558 litres d'eau vaporisée à l'heure.

En passant du chauffage ordinaire, tirage naturel, au chauffage ordinaire, tirage forcé en vase clos, on gagne 2 437 litres d'eau vaporisée à l'heure.

$$\frac{1558}{2437} = \frac{10}{15,64} = \frac{2}{3,13}.$$

Donc, en passant du chauffage ordinaire au chauffage mixte, tirage ordinaire, on gagne, comme quantité de vapeur produite dans l'unité de temps, près des deux tiers de ce que l'on gagne en passant du tirage naturel au tirage forcé en vase clos.

Les machines marines bien étudiées, pouvant utiliser toute la vapeur que peut produire l'appareil évaporatoire au tirage forcé, elles

Digitized by Google

utiliseront toujours le surcroît de vapeur fourni par le chauffage mixte et, par suite, la puissance augmentera des deux tiers environ de ce qu'elle augmente quand on passe au tirage forcé, et cela sans fatigue pour le personnel et avec moins de chance d'encrasser à la longue les fourneaux.

2° Si on compare les quantités de combustible dépensées dans chaque cas pour produire la même quantité de vapeur, on conclut que l'augmentation de puissance obtenue, en employant le chauffage mixte et la pulvérisation par l'air au tirage naturel, se réalise avec une économie de 18 p. 100 environ sur le poids total de combustible, économie dont il faut cependant déduire le combustible à embarquer pour la compression de l'air.

Cette économie, à poids égal du total de combustible embarqué, se traduira fatalement par une nouvelle augmentation du rayon d'action du bâtiment, indépendante de celle que la commission a signalée dans son procès-verbal ci-dessus.

3° Le tirage forcé par des ventilateurs refoulant en vase clos pendant deux heures et avec le charbon d'Anzin, donne à bord du *Furieux* des résultats supérieurs à ceux du chauffage mixte. Mais il faudra toujours compter avec la nécessité de décrasser les fourneaux, surtout avec le Porte-Sénéchas et le Grand-Combe qui forment la base du mélange de Toulon et qui sont inférieurs de 0,1 à 0,15 à l'Anzin, au point de vue de la vaporisation.

Quand on chauffe au tirage forcé, la crasse s'accumule vite sur les grilles ; d'heure en heure, il faudrait pouvoir augmenter la vitesse des ventilateurs pour remédier à cette obstruction, et cependant, quand le décrassage d'un fourneau s'impose, il est nécessaire de diminuer la vitesse des ventilateurs pour ne pas exposer la chaudière en refoulant une grande quantité d'air froid dans un fourneau presque vide. Dès lors, la pression tombe, et, en pratique, l'allure du tirage forcé ne peut se soutenir plus de trois heures avec l'Anzin et plus de une heure trois quarts à deux heures avec les charbons de Toulon, à cause de l'encrassement des foyers.

La commission pense que l'emploi du chauffage mixte, à partir du moment où les fourneaux commenceront à être encrassés, permettra de retarder longtemps le décrassage des grilles et de réaliser le maximum de vitesse pendant le maximum de temps.

2° *Pulvérisation du pétrole par l'air ou par la vapeur.* — Les expériences faites pour pulvériser le pétrole par l'air, ont toujours donné jusqu'à ce jour de médiocres résultats, peut-être à cause du genre de pulvérisateurs employés et probablement à cause de la différence de fluide entre l'air et la vapeur. Il semble plus logique de faire arriver la gerbe de gaz diviseur au centre, pour que sa détente facilite la pulvérisation.

Quoi qu'il en soit, il résulte du dispositif appliqué par M. Fontaine

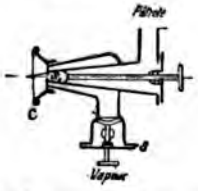
Digitized by Google

(fig. 191 et 192) à bord du *Furieux*, que l'emploi de l'air pour la pulvérisation est devenu facile et pratique et qu'il procure une fumivorité très satisfaisante.

Les pompes de compression embarquées pour le service des torpilles sont trop délicates pour pouvoir fournir de l'air comprimé au chauffage mixte; leur rendement serait mauvais et elles dépenseraient trop de combustible, parce qu'elles sont spécialement construites pour fournir de l'air à 80 atmosphères et que les frottements de leurs organes sont trop considérables. Il n'y aura cependant pas

PULVÉRISATEUR A VAPEUR

Fig. 191.



1° Le jet de vapeur enveloppe un jet concentrique de pétrole qui arrive avec une vitesse variable à volonté.

2° Les deux fluides ont des directions parallèles.

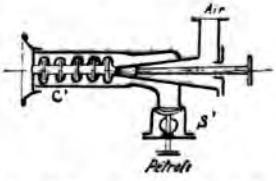
3° La vitesse du fluide diviseur en *c* à l'endroit du choc n'est pas maximum parce que la section rétrécie est en S.

4° Il faut régler exactement les ouvertures des deux soupapes.

5° La détente du fluide diviseur à la sortie de la buse ne contribue pas à la division de la gerbe liquide.

PULVÉRISATEUR A AIR

Fig. 192.



1° Le jet d'air est enveloppé par des anneaux liquides de pétrole qui se maintient par capillarité dans les espaces interlamellaires.

2° Les deux fluides ont des directions perpendiculaires.

3° La vitesse du jet diviseur est maximum en c' endroit de la section rétrécie.

4° Il n'y a qu'une soupape à manœuvrer, l'ouverture de l'autre est constante.

5° La détente de l'air à la sortie de la buse facilite la pulvérisation de l'huile.

lieu d'embarquer un nouvel appareil auxiliaire; la pression de l'air nécessaire à la pulvérisation n'étant que 3 kilogrammes, la commission pense que les grosses pompes Thirion à trois cylindres pourraient être construites en vue de la compression de l'air à 4 atmosphères, et qu'il suffira de donner des ordres dans ce sens à la maison Thirion, pour que les pompes destinées aux nouveaux bâtiments qui seront emménagés en vue du chauffage mixte, puissent servir alternativement pour le chauffage et pour l'épuisement.

En conséquence, la commission estime que les graves inconvénients résultant de l'importante perte d'eau douce qu'entraîne la pulvérisation du pétrole par la vapeur, peuvent être facilement écartés, sauf

Digitized by Google

la question du prix de revient, qui diminuera à mesure qu'on consommera plus de pétrole ; rien ne fait plus obstacle au développement du chauffage mixte, même pour une chauffe prolongée, sur les bâtiments qui pourront être munis de pompes Thirion d'un nouveau modèle pour comprimer de l'air.

La commission a constaté que le fonctionnement du pulvérisateur modifié par M. Fontaine pour l'emploi de l'air comprimé est très satisfaisant, peut-être même la gerbe qu'il produit est-elle plus claire que celle de la vapeur.

Sur les bâtiments actuellement à flot, qui ne possèdent aucun moyen pratique de comprimer de l'air en quantité suffisante, la commission pense, au contraire, que le chauffage mixte à la vapeur ne devra être employé qu'accidentellement, pour pousser les feux dans les cas urgents, pour produire une brusque augmentation de vitesse et pour augmenter le temps pendant lequel il sera possible de réaliser la puissance maximum. Même ainsi restreint, le chauffage mixte procurera une augmentation du rayon d'action du bâtiment et il permettra de réaliser une meilleure utilisation du personnel pendant le combat.

Essai n° 6. — *Comparaison des pulvérisateurs présentés.* — La pulvérisation du pétrole revient, en dernière analyse, à une transformation par le choc de la puissance vive du gaz diviseur en un travail de désagrégation des molécules du fluide divisé. Plus cette transformation sera parfaite pour un poids déterminé du gaz diviseur, et plus il semble que la pulvérisation sera économique. C'est à ce point de vue que la commission s'était placée en se proposant de déterminer, pour des appareils différents, le rapport $\frac{a}{p}$ du poids d'air ou poids de pétrole pulvérisé.

Mais les expériences faites ont prouvé que tout pulvérisateur qui marche bien à la vapeur, ne marche pas forcément bien à l'air, et que si la pulvérisation se fait mal, les crachements de pétrole non pulvérisé qui se produisent, augmentent la valeur de p dans une forte proportion et faussent le résultat en attribuant le meilleur rendement au pulvérisateur qui fonctionne le plus mal. Le rapport $\frac{a}{p}$ ne peut donc être pris en considération que si la pulvérisation se fait bien et si la fumivorité est bonne. Apprécier la bonne fumivorité et la bonne pulvérisation est d'ailleurs chose délicate, parce que ces deux éléments dépendent beaucoup de l'état des feux, de l'épaisseur de la couche de charbon, de son incandescence, de l'encrassement des grilles, etc.

Le résultat saillant de cet essai est que 1 kilogramme de pétrole, à la pression de 1 kilogramme et à une température de 60° environ, peut être pratiquement bien pulvérisé par $0^{kg},37$ d'air à 3 kilogrammes de pression et à la température ambiante.

Digitized by Google

Il serait intéressant de savoir si le travail mécanique perdu en faisant pulvériser 1 kilogramme de pétrole par 1 kilogramme de vapeur est plus grand ou plus petit que le travail mécanique nécessaire pour amener $0^{kg},372$ d'air à 4 kilogrammes de pression. Faute de documents précis, la commission ne peut produire à ce sujet qu'un calcul approximatif.

Les machines à vapeur perfectionnées dépensent 1 kilogramme de charbon et même moins par heure et par cheval.

Le travail d'un cheval par heure correspond à :

$$75 \times 3\,600 = 270\,000 \text{ kilogrammètres.}$$

D'autre part 1 kilogramme de charbon donne 8 kilogrammes de vapeur.

Donc, à 1 kilogramme de vapeur correspondent :

$$\frac{270\,000}{8} = 33\,750 \text{ kilogrammètres.}$$

Pour élever $0^{kg},372$ d'air de la pression atmosphérique à 4 kilogrammes, il faut 4 292 kilogrammètres, abstraction faite de ce qu'on perd pendant la compression par suite de l'élévation de température.

Mais ce nombre, 4 292 représente un travail net qu'il faut abonder successivement de la perte de travail de la pompe de compression et de la perte de travail de sa machine motrice, c'est-à-dire qu'en supposant le rendement de chacune égal à 0,7, le travail brut sur les pistons serait de : $0,7 \times 0,7 = 0,49$.

$$\frac{4\,292}{0,49} = 8\,759 \text{ kilogrammètres.}$$

Ce nombre de 8 759 kilogrammètres, représentant approximativement le travail absorbé pour amener $0^{kg},372$ d'air de la pression atmosphérique à la pression de 4 kilogrammes et lui faire pulvériser 1 kilogramme de pétrole, n'est que le quart du nombre de 33 750 kilogrammètres que l'on perd en force motrice, lorsqu'on prend un kilogramme de vapeur aux chaudières pour pulvériser 1 kilogramme de pétrole.

Le pétrole étant presque pâteux à la température ordinaire, la chaleur augmente sa fluidité, diminue la cohésion de ses molécules et facilite, par suite, sa pulvérisation. A ce point de vue, il serait toujours utile, au moins théoriquement, sur les bâtiments où on appliquera la pulvérisation par l'air, de faire passer l'air comprimé et même le pétrole par les boîtes à fumée avant de les amener à la buse; on réduirait ainsi le poids d'air nécessaire pour pulvériser 1 kilogramme de pétrole, en utilisant dans une certaine mesure la chaleur perdue par les gaz de la combustion.

Digitized by Google

Essai n° 7. — *Essai de fonctionnement en route libre, à quatre chaudières, chauffage mixte au tirage naturel.*

Cet essai de chauffage mixte a dû nécessairement se faire en pulvérisant le pétrole à la vapeur, parce que la pompe de compression d'air du *Furieux* eût été insuffisante pour alimenter simultanément huit buses, et surtout parce que sur les huit buses primitivement installées sur le bâtiment, deux seulement étaient tranformées pour permettre de substituer l'air à la vapeur, comme agent pulvérisateur.

Une cinquième chaudière a été allumée pour fournir la vapeur nécessaire au *Farcot*, à l'éclairage du bâtiment et à la pulvérisation du pétrole.

Les feux étant bien préparés, les huit buses ont été mises simultanément en marche aux quatre chaudières ; le fonctionnement a d'abord été très satisfaisant et les machines sont vite arrivées à l'allure de 64 tours. Mais au bout de 10 minutes le thirion aspirateur du pétrole, cessant de fonctionner, on a dû se décider, pour ne pas perdre de temps, à passer à l'essai au charbon seul.

Dans cet essai qui a duré de 11 h. 30 à 1 h. 30, le nombre de tours a atteint 56,34, chiffre qui représente à peu près le rendement maximum que l'on peut soutenir par beau temps avec quatre chaudières.

L'essai au chauffage mixte a été repris à 1 h. 45 avec une couche de charbon correspondant à une chauffe modérée, afin d'assurer la bonne combustion du pétrole, dont les jets ont été poussés le plus possible. Au bout de 1 h. 10, on a été forcé d'interrompre l'essai, le thirion aspirateur du pétrole refusant encore de fonctionner.

La commission explique le mauvais fonctionnement de ce thirion par le fait que le réservoir de pétrole placé sur le pont supérieur du *Furieux* se trouvait soumis à une température de 0° ; le liquide, déjà très visqueux à la température ordinaire, était un peu figé et ne pouvait plus arriver à la pompe en quantité suffisante pour la consommation de huit buses, par un tuyau dont la section eût été suffisante pour un liquide ordinaire.

Cette explication est confirmée par le fait que le thirion s'est remis en marche dès qu'il n'a plus eu que deux ou trois buses à alimenter.

Cet inconvénient du figeage du pétrole à de basses températures sera moins à redouter lorsqu'il sera logé dans les doubles-fonds qui avoisinent les chaufferies, mais il y aura lieu de régler en conséquence les sections des tuyaux conducteurs de pétrole.

DISPOSITION DU TORPILLEUR 22

(Fig. 194.)

La chaudière du torpilleur 22 a été construite pour chauffer au pétrole seul. Le pétrole employé est à proprement parler le résidu de

Digitized by Google

naphte ou astahtis dont le point d'inflammation est de 180° environ.

Ces huiles lourdes de pétrole ne brûlent bien que quand elles sont

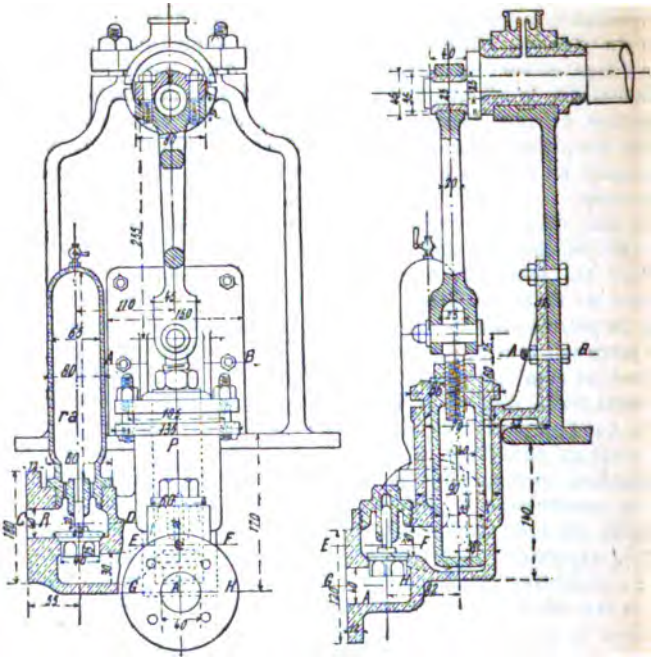


Fig. 193, vue 1. — Pompe à pétrole du torpilleur 22.

pulvérisées ; la pulvérisation se fait, sur le torpilleur 22, à l'aide de la vapeur dans un appareil spécial appelé pulvérisateur ou brûleur.

Digitized by Google

Pulvérisateur. — L'instrument se compose d'une enveloppe extérieure entourant une aiguille creuse en bronze; la vapeur circule entre l'enveloppe et l'aiguille, le pétrole passe à l'intérieur de cette dernière. Le mélange se fait à la sortie. La vapeur, rencontrant le jet de pétrole, le pulvérise en agissant par choc (fig. 190).

Le réglage de la vapeur se fait au moyen d'un volant qui, par l'intermédiaire d'un émerillon, déplace dans le sens de son axe, l'aiguille creuse en l'éloignant plus ou moins du bec de l'appareil. Le centrage de l'aiguille est obtenu par un presse-étoupes (*r*,*r*,*r*) et par trois vis de réglage. Il est essentiel que ce centrage soit parfaitement exact pour que la vapeur agisse bien sur toute la circonférence du jet de pétrole. Dans le même but, en marche il est utile de manœuvrer de temps en temps les deux volants pour dégager les zones de passage de la vapeur et du pétrole des impuretés qui pourraient s'y arrêter.

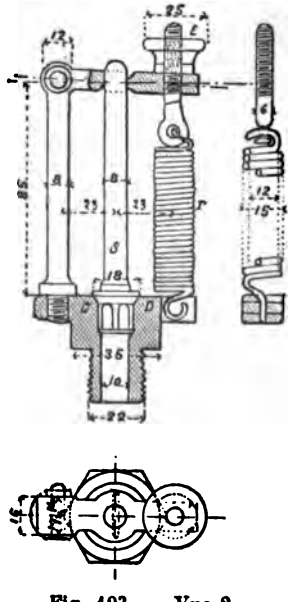


Fig. 193. — Vue 2.

Tuyautage de pétrole. — Le pétrole est amené sous pression au pulvérisateur au moyen de deux pompes : l'une indépendante du système Worthington, l'autre conduite par la machine (fig. 194, vues 1 et 4). Il traverse un réservoir d'une trentaine de litres dans lequel la pression ne doit pas dépasser 5 kilogrammes (fig. 194, vue 1).

Des soupapes de trop-plein *t* et *t'* permettent de régler la pression; il y en a une pour chacune des pompes. Une disposition spéciale permet de serrer à bloc ces soupapes sans agir sur les ressorts (fig. 193).

La pression peut encore être réglée en étranglant plus ou moins l'aspiration au moyen des deux volants des robinets *d* et *f*.

Le tuyau de refoulement du Worthington, genre pompe Leed (fig. 193), est muni d'un robinet, cette pompe peut donc être complètement isolée du tuyautage de l'autre pompe qui, autant que possible, doit fonctionner seule en marche, le Worthington étant réservé pour l'allumage et les stoppages à la façon d'un petit cheval alimentaire.

Tuyautage des vapeurs des pulvérisateurs. — La vapeur destinée à la pulvérisation peut être prise à la chaudière, soit directement par le tuyautage des éjecteurs, soit par l'intermédiaire du collecteur des

Digitized by Google

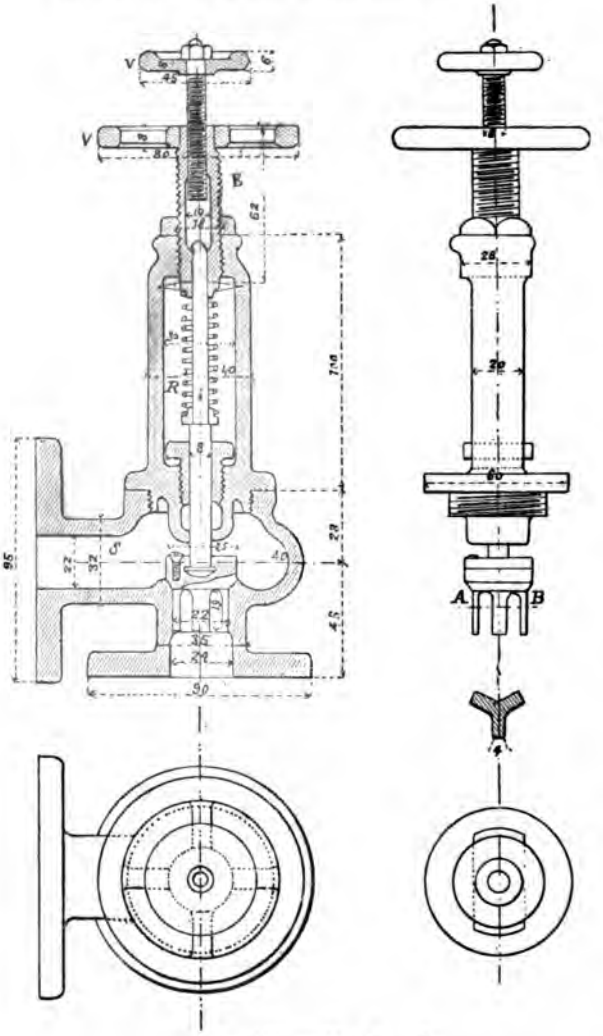


Fig. 193. — Vue 3.

t' et *t*, soupape de retour pour la pompe (fig. 194, vue 1 et 193, vue 3).
R, ressort donnant la tension sur la soupape *t*.
V, volant servant à régler la tension du ressort.
v, volant immobilisant la soupape.
S, soupape de sûreté placée sur le tuyautage et refoulement.
P, ressort donnant la tension à la soupape.
E, écrou réglant la tension du ressort.

Digitized by Google

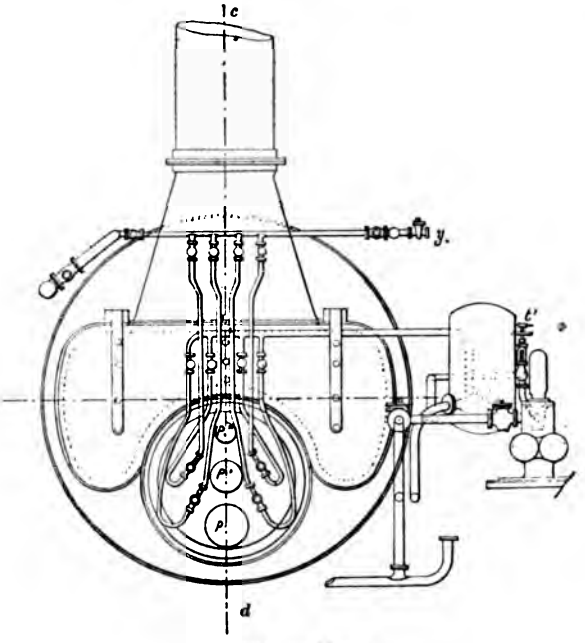


Fig. 191. — Vue 1.

a, conduite de vapeur de la machine.
b, collecteur de vapeur des éjecteurs.
c, conduite de vapeur du petit cheval alimentaire.
d, évacuation de vapeur du petit cheval alimentaire.
e, aspiration du petit cheval à la bâche.
f, — — — à la mer.
g, — — — dans le water ballast.
h, refoulement du petit cheval à la chaudière.
i, conduite de la vapeur de la pompe Worthington.
j, évacuation de vapeur de la pompe Worthington.
k, aspiration du Worthington dans la caisse à pétrole.
refoulement du Worthington dans le réservoir.
, écoulement du pétrole du réservoir aux pulvérisateurs.
aspiration de la pompe de la machine dans les caisses à pétrole.
refoulement de la pompe de la machine dans le réservoir.
porte d'allumage
p'p'', porte de regard.
t, extractions.
u, conduit de vapeur aux pulvérisateurs.
v, communication des caisses à pétrole.
x, drains.
y, prise de vapeur des pulvérisateurs pendant l'allumage.
z, prise de vapeur de la machine.
z', prise de vapeur des appareils auxiliaires.
z''. — — des éjecteurs et des pulvérisateurs.
c'c'', soupapes faisant communiquer le tuyautage des éjecteurs et celui des pulvérisateurs.
d'e', robinets sur le refoulemsnt et l'aspiration du pétrole du Worthington.
$v^1v^2v^3v^4$, robinets d'arrêt sur les tuyaux de vapeurs des pulvérisateurs.
$v^{1'}v^{2'}v^{3'}v^{4'}$, robinets d'arrêt sur les tuyaux de pétrole.
t, trop-plein du Worthington.
t'', trop-plein de la pompe de la machine.
f', robinet sur l'aspiration du pétrole de la pompe.
s, soupape de sûreté sur le refoulement de la pompe.

Digitized by Google

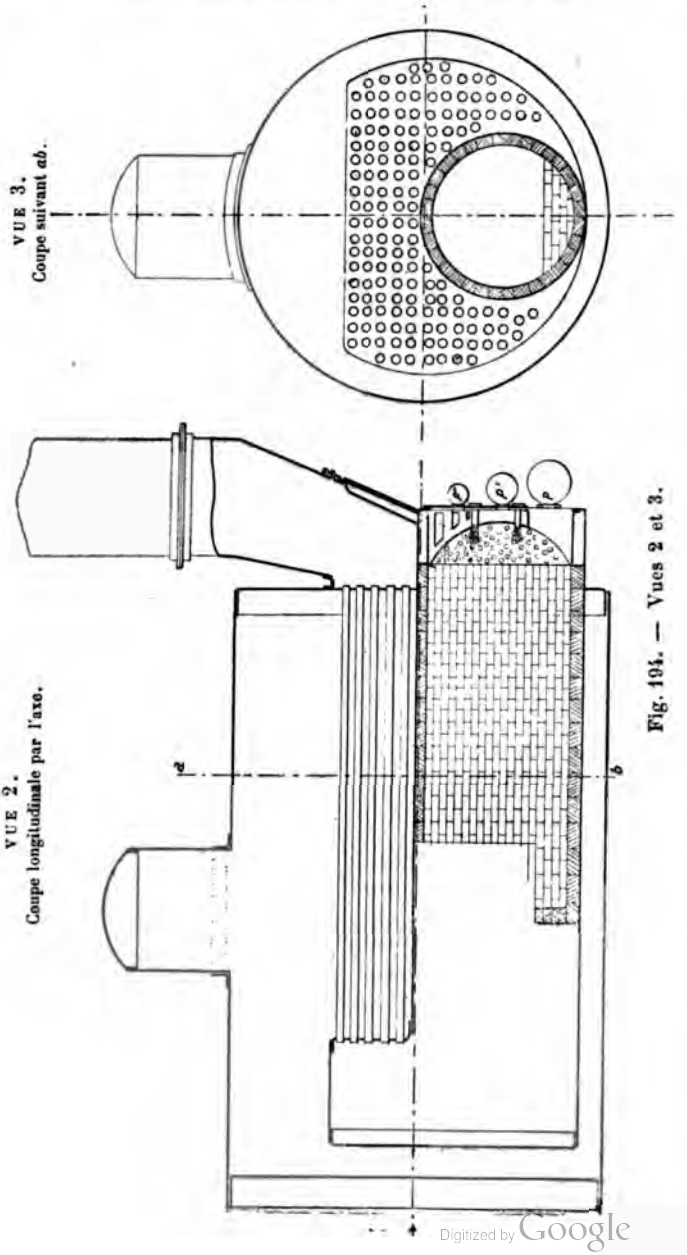


Fig. 194. — Vues 2 et 3.

Digitized by Google

auxiliaires. En marche il vaut mieux se servir du premier moyen. On reviendra plus loin sur ce tuyautage à propos de l'allumage.

Arrivée d'air. — L'air nécessaire à la combustion est fourni par le

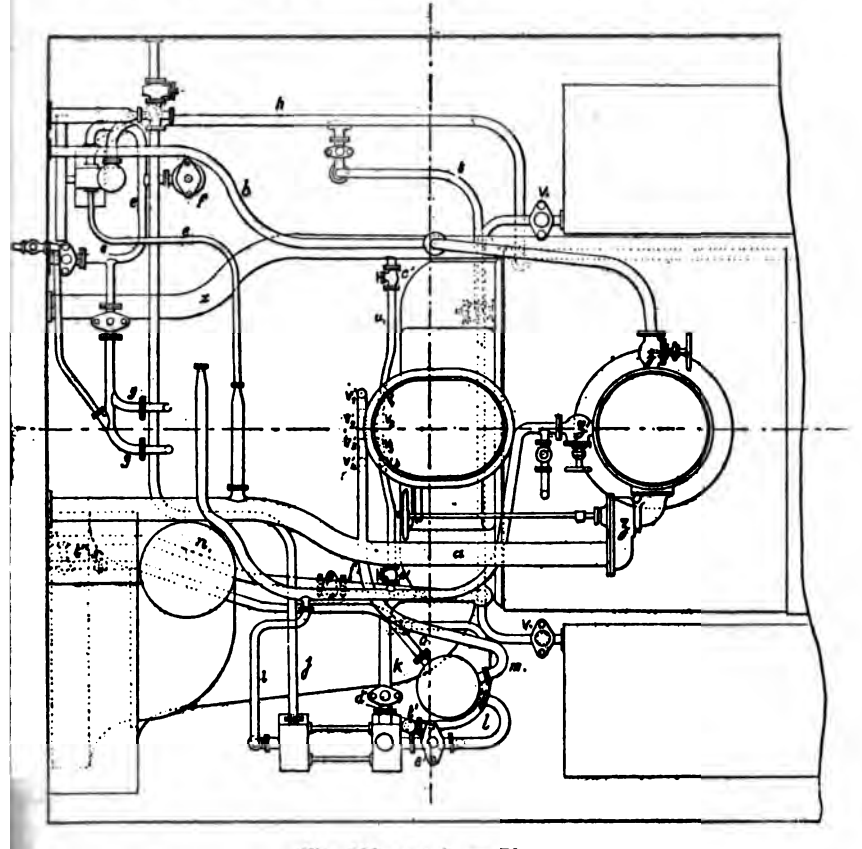


Fig. 194, vue 4. — Plan.

entilateur situé dans le compartiment de la machine ; avant d'ar-river au foyer, il traverse une devanture en tôle, sorte de crépine, où il forme couche isolante et empêche la température de s'élever d'une façon exagérée. Deux portes de regard p' et p'' permettent de voir en marche ce qui se passe dans le foyer; la porte p' est d'ailleurs munie d'une fenêtre en mica, la lueur qui passe permet de s'assurer à

Digitized by Google

chaque instant qu'il n'y a pas d'extinction. Une troisième porte *p*, à la partie inférieure de la devanture, donne directement accès dans le foyer et sert à l'allumage.

Chaudière. — La chaudière est à retour de flamme. Le foyer, dans la moitié de la longueur, est garni de briques destinées à protéger les tôles et surtout à empêcher les extinctions en formant réservoir de chaleur.

Allumage. — L'allumage se fait au pétrole, et pour cela il est nécessaire d'emprunter de la vapeur à une chaudière déjà en pression (celle d'un canot ou d'un autre torpilleur par exemple).

Opérations préliminaires : 1° Au moyen d'une manche en caoutchouc suffisamment solide pour résister à la pression de 4 kilogrammes, établir une communication entre la chaudière en question et le robinet *y* placé à tribord;

2° S'assurer que la soupape *c'* et toutes les soupapes de prise de vapeur sur la chaudière du 22 sont bien fermées, ainsi que la soupape formant papillon dans la machine sur le tuyautage des éjecteurs ;

3° Ouvrir *y*, ouvrir *c*, la vapeur se répand dans la conduite des pulvérisateurs (tuyaux), dans la conduite des auxiliaires et peut mettre en mouvement le Worthington (tuyau 1), le ventilateur et la turbine (ces derniers appareils par l'intermédiaire de la conduite principale *a*) ;

4° Ouvrir à l'air libre l'évacuation des appareils auxiliaires ; ouvrir les robinets v_1, v_2, v_3, v_4 de vapeur des quatre brûleurs. Desserrer l'aiguille sur ces derniers pour les purger de l'eau condensée au début, la refermer ainsi que les robinets v_1, v_2, ensuite ouvrir les robinets v_1, v_2, v_3, v_4, *c* ; s'assurer que les soupapes de pétrole sur les pulvérisateurs sont fermées.

5° Mettre en marche le ventilateur tout doucement pendant quelques instants pour envoyer de l'air frais dans la chaudière ;

6° Pour allumer, mettre en marche doucement le Worthington après avoir ouvert aux caisses, serrer son trop-plein de façon à avoir 1 kilogramme de pression au réservoir ; serrer en même temps le trop-plein de la pompe de la machine dont l'aspiration doit être fermée (robinet *f*) ;

7° Ouvrir la porte inférieure *p*, attacher au bout d'un bâton une poignée de copeaux; y mettre le feu et introduire cette torche à 30 centimètres de la crépine en ayant soin de se mettre de côté. Il se produit en général, au moment de l'allumage, une petite détonation accompagnée d'un léger retour de flamme par la porte (*p*);

8° Tourner de demi à trois quarts de tour le volant de vapeur de l'un des pulvérisateurs inférieurs, après ouverture du robinet V correspondant, ouvrir de la même quantité la soupape de pétrole sur le pulvérisateur ; le jet s'enflamme. Retirer le bâton, fermer la porte.

Digitized by Google

Régler l'ouverture relative des deux volants (pétrole et vapeur du pulvérisateur) de façon à ne pas avoir de fumée; accélérer un peu, s'il le faut, le ventilateur ;

9° Pour les autres brûleurs, opérer de même, sauf en ce qui concerne le tampon de copeaux ; le jet déjà enflammé suffit à l'allumage. Regarder par les portes si tout va bien. Dès que la chaudière est assez échauffée, on peut augmenter le débit de pétrole pour obtenir une mise en pression plus rapide. Il est essentiel d'éviter que le pétrole ne tombe dans le foyer sans être pulvérisé ; c'est pourquoi on doit toujours ouvrir à la vapeur avant d'ouvrir au pétrole. Manœuvrer également de temps à autre les robinets, surtout pour les petites ouvertures; on mettra 20 à 25 minutes pour avoir 4 kilogrammes. A ce moment la pression étant devenue égale dans la chaudière du 22 à celle de la chaudière auxiliaire on pourra fermer le robinet Y après avoir ouvert à la conduite des auxiliaires on ouvrira également la soupape d'arrêt *a* pour permettre d'échauffer et de balancer la machine.

OUVERTURE de la soupape de pétrole	OUVERTURE à la vapeur	PRESSION d'air en millim. d'eau	PRESSION à la chaudière	PRESSION au pétrole	DÉBIT du pétrole en litres	NOMBRE de pulvérisateurs allumés
Tours.	Tours.		Kilogr.	Kilogr.		
1	3/4	25	5	1,600	150	2
2	1	45	6,500	1,800	210	4
2,5	2,5	60	7	2,500	260	4
2,5	2,5	70	7,5 à 8	3 à 3,5	300	4

Stoppage du Worthington. — Emploi de la pompe conduite par la machine. Dès qu'on est en route, ouvrir peu à peu l'aspiration de la pompe conduite par la machine, prendre la précaution de purger d'air le réservoir si l'amorçage est difficile. Quand elle est amorcée et commence à refouler, ralentir le Worthington en augmentant le débit de la pompe pour passer sans transition brusque d'une pompe à l'autre.

Régler la pression dans le réservoir à la valeur convenable avec un écart aussi faible que possible en agissant sur le robinet d'aspiration *f*, le trop-plein *t'* et éventuellement avec le trop-plein *t* des Wortlington. Avec un peu d'habitude on arrive à n'avoir plus à s'occuper que de la manœuvre du trop-plein. Régler pour chaque débit de pétrole l'ouverture de la vapeur et la pression d'air dans le conduit ; à chaque changement d'allure, prescrit par le commandant, on devra modérer ou augmenter le débit des pulvérisateurs (modifier en même temps la dépense de vapeur des pulvérisateurs et la pression de l'air). Suivant le cas, on marchera avec 2, 3 ou 4 brûleurs, autant que possible avec ceux de la partie supérieure.

Digitized by Google

D'une façon générale il est préférable d'ouvrir de 1 tour au moins la soupape de pétrole des pulvérisateurs. Eviter de dépasser 3k, 5 au réservoir; si l'un des tuyaux de pétrole venait à chauffer, fermer un peu le volant de réglage de la vapeur.

Si l'on ne peut avoir de fumivorité après avoir changé les proportions de vapeur et d'air, c'est qu'un des pulvérisateurs est avarié. Le rechercher, l'isoler, en fermant les robinets V et V', dévisser les raccords et le visiter. Il est essentiel, comme il a été dit plus haut, de ne pas laisser couler de pétrole dans le foyer.

Si pour une raison ou pour une autre la pression tombe au réservoir il faudra veiller à ce qu'elle ne puisse brusquement revenir à la valeur qu'elle avait, sans quoi il se produit une détonation. L'aspect de la fumée doit guider dans la conduite de la chauffe. La fumée doit être à peine visible; on peut la supprimer complètement, mais à moins d'ordre contraire il est préférable d'en laisser un peu.

Un bruit continu est l'indice d'un bon fonctionnement; si la pression du pétrole est variable on entendra comme un bruit de soufflet et la flamme sera tantôt claire, tantôt rougeâtre au moment du maximum et du minimum de pression. En ce qui concerne les proportions relatives de pétrole, de vapeur et d'air donnant la meilleure utilisation, on peut se baser sur les chiffres ci-dessous, en observant qu'il y a intérêt à marcher avec la plus basse pression possible au pétrole; une ouverture de 1 tour au moins au pétrole, aux pulvérisateurs et une ouverture de vapeur qui, à débit égal de pétrole, variera en sens inverse de la pression de la vapeur à la chaudière.

Une trop forte pression d'air donne une mauvaise utilisation du pétrole en entraînant les gaz chauds trop vite à la cheminée: une trop faible pression d'air conduit au même résultat par insuffisance de la quantité d'oxygène nécessaire à la combustion.

Nota. — Pour éviter l'usure et la déformation de l'aiguille de pétrole, on a mis une rondelle de façon que l'aiguille ne puisse jamais venir se coincer contre le bec du pulvérisateur. Le serrage à bloc du volant correspondant à demi-tour d'ouverture à la vapeur; les ouvertures ci-dessus données sont les ouvertures réelles (le demi-tour compris.

S'il est nécessaire de stopper immédiatement, il suffit d'éteindre les pulvérisateurs, soit en fermant les robinets, soit en fermant le robinet d'aspiration de la pompe et desserrant complètement les trop-pleins.

S'il faut marcher quelque temps à petite vitesse avant de stopper, éteindre trois ou deux brûleurs, et ralentir en même temps le ventilateur.

Pour rester sous les feux, on ne conservera qu'un brûleur allumé, en lui faisant débiter peu de pétrole.

Quand, après une marche, la chaudière est bien échauffée, il est inutile, pour rallumer les feux, de se servir des copeaux enflammés.

Digitized by Google

Il suffit en général d'ouvrir successivement les pulvérisateurs, le pétrole s'enflamme de lui-même à la chaleur du foyer.

Quand on éteint les feux, il faut stopper le ventilateur pour ne pas rafraîchir les tôles. Mais, avant de rallumer, il est indispensable d'envoyer un peu d'air frais afin de chasser les vapeurs de pétrole qui au moment de l'allumage produisent une détonation plus ou moins forte.

Il est essentiel d'avoir au réservoir une pression aussi constante que possible. Au début, le débit du Worthington et de l'autre pompe est un peu variable, surtout pour les pressions supérieures à $1^{k},50$. L'air resté dans le tuyautage gêne le fonctionnement des clapets d'aspiration. Il faut le purger.

Dans ce but, le réservoir du Worthington a été muni d'un robinet placé en face d'un entonnoir communiquant avec la caisse tribord par un tuyau de petit diamètre. De la sorte le pétrole s'échappant avec l'air retourne à la caisse.

Pour aider à purger l'air, quand on commence à se servir de la pompe de la machine, il est bon de se servir en même temps du Worthington dont l'aspiration est située au point le plus haut du tuyautage, et qui fonctionne ainsi comme pompe à air.

DISPOSITION DU « BOUËT-VILLAUMEZ »

(Fig. 195-196.)

Chaudière. — Le générateur de la chaudière Godard et Petit que possédait le *Bouët-Villaumez*, a été conservé (faisceau tubulaire, lames d'eau, coffre à vapeur). Le foyer en maçonnerie, analogue à un four à réverbère, a été débarqué et remplacé par un autre foyer également en maçonnerie, mais beaucoup moins encombrant, de forme tout à fait différente et disposé en vue de la chauffe au pétrole; les barreaux de grilles sont par conséquent supprimés.

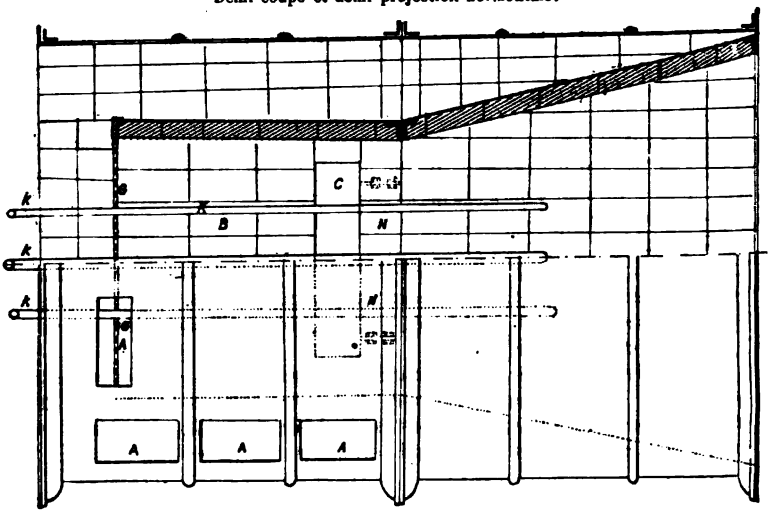
Soutes à pétrole. — La disposition d'ensemble du torpilleur est figurée sur le croquis joint au rapport (fig. 197).

Les soutes à pétrole ont été créées dans l'ancienne soute transversale avant et dans la chaufferie. On a dû laisser vides les anciennes soutes latérales pour pouvoir effectuer la visite des lames d'eau et le changement des tubes. Toutes ses soutes sont accessibles au moyen de trous d'homme. Elles communiquent avec un collecteur par l'intermédiaire de robinets manœuvrables du pont. Le collecteur passe dans l'intérieur des soutes latérales, aucun joint n'existe à la partie supérieure des façades de ces soutes; autrement, en raison du voisinage du foyer, la chaleur aurait pu les endommager, amener un suintement de pétrole dans les fonds et peut-être causer des incendies.

L'une des soutes latérales à bâbord, dite caisse d'aspiration ou puisard, joue un rôle particulier, comme on le verra plus loin.

Digitized by Google

Demi-coupe et demi-projection horizontale.



Coupe verticale par l'axe du foyer.

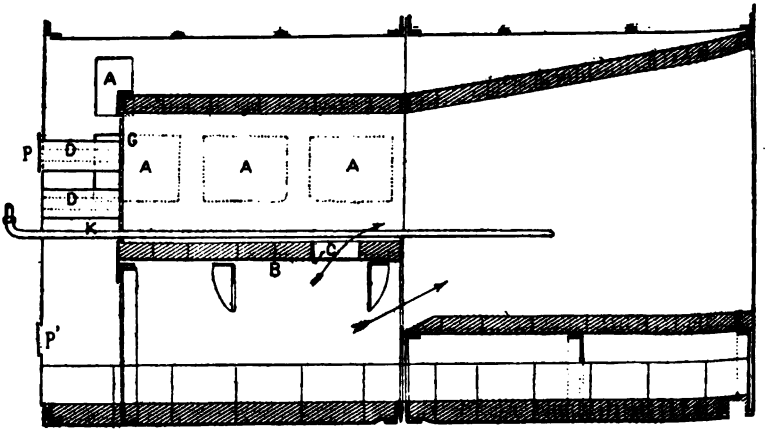


Fig. 195, vues 1 et 2. — Disposition du foyer.

A, ouvertures d'entrée d'air, dans l'enveloppe du foyer.
B, sole du foyer.
C, passage du courant d'air.
D, passage des pulvérisateurs.
G, crépine en tôle.
P, porte de regard.
P', porte d'allumage.
N, porte démontable de la sole du foyer.
K, tuyaux d'arrivée de pétrole lampant (ces tuyaux sont mobiles, ils ne se mettent en place que pour l'allumage).

Digitized by Google

Soutes à eau. — Une citerne sous la chaudière contient. . 1 903
Une soute de réserve à l'AV contient. . . 1 500
Total 3 400

		NIVEAU NORMAL	PLEIN COMPLET
		Litres.	Litres.
Volume de pétrole embarqué.	Soute AV	6 350	7 350
	Soutes latérales . . .	4 400	5 460
	Soute puisard	570	670
Total des soutes		11 320	13 480
A ajouter : tuyautage, réservoir.		150	150
Total général		11 470	13 630
Poids total de pétrole, résidus embarqués .		10t,550	12t,540

La densité du pétrole est comptée à 0,92.

La citerne communique avec le condenseur et le petit cheval alimentaire.

La soute de réserve ne communique qu'avec la citerne dans laquelle on la vide au fur et à mesure que le niveau baisse dans celle-ci.

Tirage forcé. — Le compartiment formant l'ancienne chaufferie, entre la cloison étanche de la machine et du poste, a été divisé en deux par une cloison en tôle mince, démontable, prolongeant la façade de la chaudière.

1° En avant, le compartiment de la chaudière communiquant par un conduit (situé à bâbord au-dessous du pont, avec le refoulement du ventilateur;

2° En arrière, la chaufferie proprement dite où se trouvent les appareils auxiliaires et où se tient le personnel chauffeur. Les tubes de niveau et les volants des soupapes traversent la cloison démontable.

De la sorte, les chauffeurs sont séparés de la chaudière; cette dernière, pour les marches autres que la petite vitesse, est en vase clos, tandis que le personnel est en communication avec le pont par le panneau de descente qui reste constamment ouvert.

Cette disposition imaginée à la suite des essais préliminaires a eu pour but de supprimer les dégagements de fumée qui, lorsque l'air était refoulé directement dans le cendrier, se produisaient par les coutures des tôles du foyer ou du générateur.

Tuyautage de pétrole. — Le pétrole aspiré dans l'une ou l'autre des soutes par une petite pompe conduite par la machine motrice est

Digitized by Google

refoulé à la pression atmosphérique dans le puisard où l'on maintient le niveau aussi constant que possible en réglant un robinet placé sur l'aspiration de la pompe de la machine.

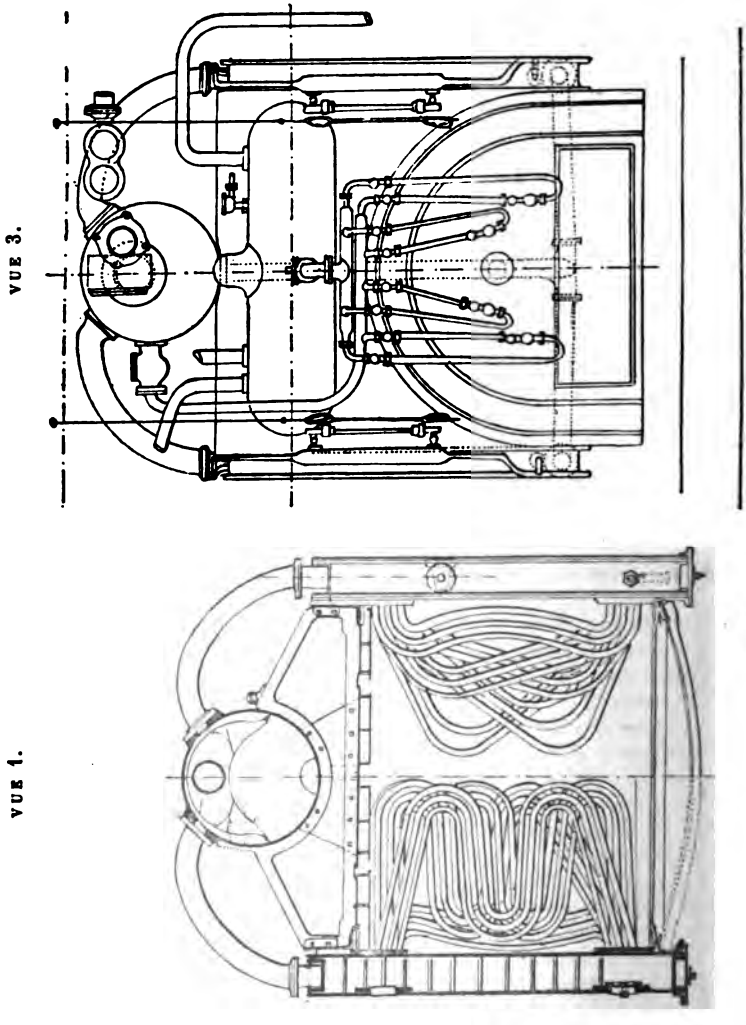


Fig. 196. — Vues 1 et 3.

A ce puisard vient aspirer un thirion de 1,500 litres à deux cylindres situé dans la chaufferie; de là le pétrole est envoyé à un réservoir où

Digitized by Google

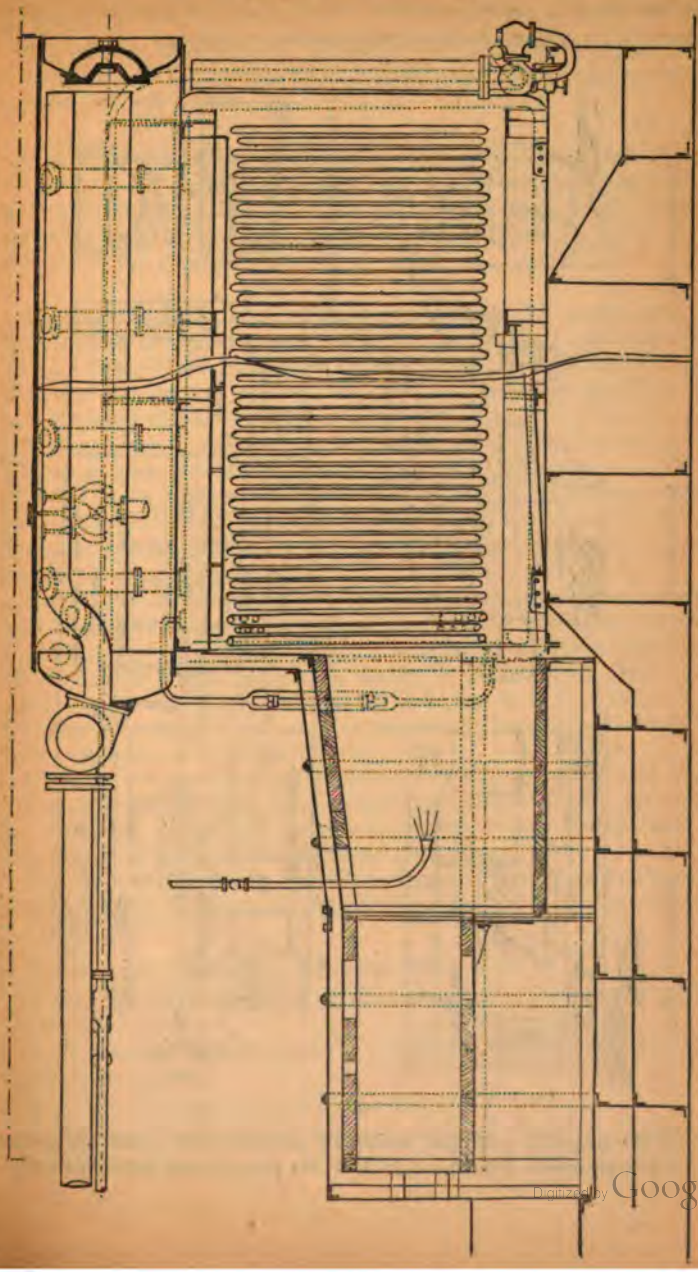


Fig. 196. — Vue 2.

Digitized by Google

on maintient la pression voulue à l'aide d'une soupape de trop-plein, munie d'un ressort; cette soupape évacue au puisard.

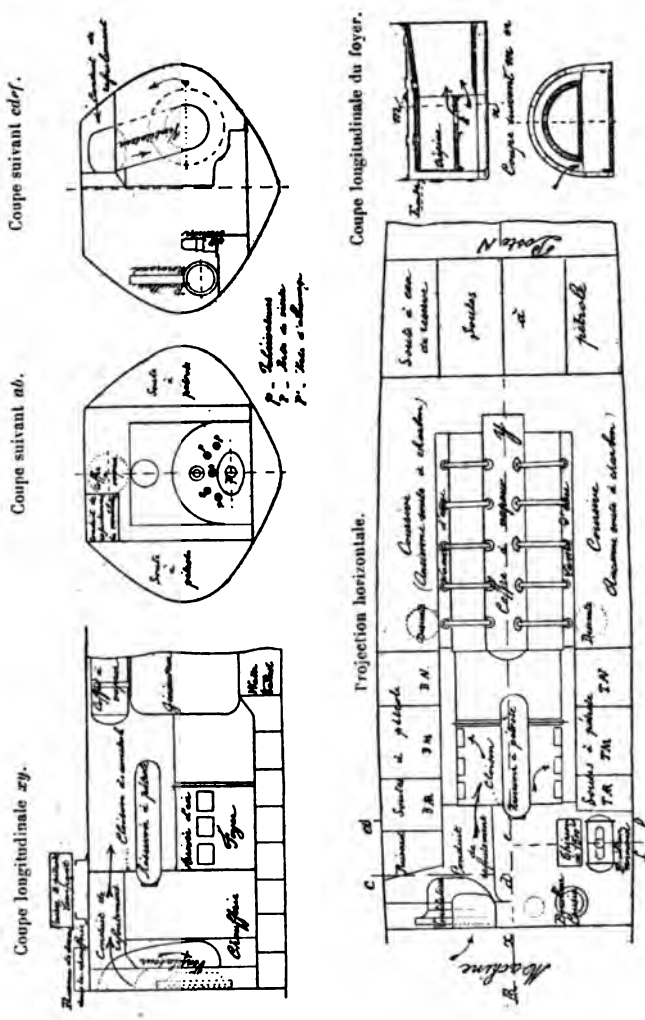


Fig. 197. — *Bouët-Villaumez*, ensemble de l'installation du chauffage au pétrole.

Cette pression pouvant varier en pratique du demi-kilogramme à 4 kilogrammes détermine le débit du pétrole aux pulvérisateurs.

Digitized by Google

Ces derniers (type du torpilleur 22) au nombre de cinq sont placés sur la façade.

Le tuyautage de pétrole est d'ailleurs disposé de façon que les deux pompes (celle de la machine et le thirion) puissent se suppléer en cas d'avarie de l'une d'elles.

Réparation des pertes d'eau douce. — On répare les pertes à l'aide des soutes à eau dont on a vu plus haut la contenance (3,400 litres), et de deux bouilleurs dont l'un existait primitivement à bord, placés tous deux dans la chaufferie; le débit maximum est de 2,400 litres par jour et par appareil.

Allumage. — L'allumage se fait de deux façons : 1° si l'on dispose d'une source de vapeur (canot, torpilleur), on établit une communication à l'aide d'une manche en caoutchouc et par un robinet spécial placé sur la coque, entre cette source et le tuyautage intérieur. Ce tuyautage est disposé de façon à alimenter le thirion et les pulvérisateurs et à mettre ainsi par un moyen détourné le système de chauffage au pétrole dans les conditions normales de marche.

2° Si l'on ne dispose pas d'une source étrangère, on allume les feux de la façon suivante, en entendant par là qu'on fait en sorte d'obtenir la vapeur nécessaire pour la mise en marche du thirion et le fonctionnement des brûleurs.

Sur le pont se trouve une caisse contenant du pétrole lampant (160 kilogrammes environ); on comprime ce pétrole dans un réservoir d'une trentaine de litres au moyen d'une petite pompe à bras située également sur le pont, on envoie ensuite le pétrole dans trois tubes aplatis à leur extrémité et traversant la façade de la chaudière. Il se pulvérise en sortant de ces orifices très étroits (un dixième de millimètre environ), et brûle facilement.

Dès que, par ce moyen, on a obtenu 3 ou 4 kilogrammes à la chaudière, on retire les tubes en dévissant les raccords qui les réunissent au tuyautage, on met en marche le thirion et les pulvérisateurs en empruntant à la chaudière la vapeur nécessaire.

Dans l'un ou l'autre cas, il suffit de présenter devant les brûleurs ou les tubes effilés une poignée de copeaux pour que le pétrole s'allume.

Essais. — Le programme des essais comportait :

1° Un essai d'allumage du torpilleur par ses propres moyens à l'aide du pétrole lampant;

2° Un essai de consommation en route libre, à l'allure de 200 tours; durée trois heures;

3° Un essai à toute puissance; une heure et 3 bases;

4° Un essai à une allure voisine des neuf dixièmes de la précédente; durée six heures.

Digitized by Google

1° *Essai d'allumage.* — Avec deux brûleurs on obtient en vingt-cinq minutes 5 kilogrammes de pression. Le changement des brûleurs, au cas où ils se bouchent est facile et demande cinq minutes au plus. En présence de cet incident, plusieurs becs de rechange ont été confectionnés.

Quand les briques sont bien chaudes, comme après une marche, on peut éteindre et rallumer sans copeaux, grâce à la chaleur du foyer, dix ou même quinze minutes après l'extinction.

De cet essai d'allumage et d'autres opérations analogues faites pendant les essais on peut conclure que d'une façon générale l'allumage se fait dans les conditions suivantes :

Temps pour la formation de vapeur.	10 à 15 minutes.
Temps pour avoir 5 à 6 kilogrammes, t. . . .	25 —
Temps pour le démontage des brûleurs à pétrole lampant, t'.	5 —
Temps pour avoir 10 kilogrammes, avec astaktis et être prêt à partir, t''	5 —
Durée totale, $T = t\ t' + t''$	35 —
Pétrole lampant à brûler pour l'allumage. . .	35 kilogrammes.
Pétrole à brûler pour terminer l'échauffement de la chaudière	20 —

Quand on fait l'allumage au moyen d'une source extérieure de vapeur, un canot par exemple, la mise en pression ne demande que vingt à vingt-cinq minutes avec une consommation de 40 kilogrammes d'astaktis.

La consommation de pétrole pour rester sous les feux varie de 5 à 8 kilogrammes par heure, suivant le soin qu'on apporte à la conduite du feu. L'opération faite le 4 janvier 1895 en présence de la commission, pendant trois heures, a eu lieu dans les conditions suivantes :

Pression maintenue à la chaudière	5 kilogrammes.
Pression du pétrole au réservoir	0kg,500
Ouverture des pulvérisateurs. { Au pétrole. . .	1/2 tour.
Ouverture des pulvérisateurs. { A la vapeur . .	1/2 —
Nombre de pulvérisateurs	1
Consommation de pétrole par heure.	5 kilogrammes.

11 *janvier.* — La sortie est interrompue par suite d'un désamorçage fréquent du thirion. A la visite on trouve, engagé sous les clapets, un morceau de bois venant des soutes par le tuyautage.

17 *janvier, essai à 14 nœuds.* — Le fonctionnement des appareils est parfaitement régulier, sauf l'incident suivant : au bout d'une heure, la crépine d'aspiration du thirion au puisard se trouvant bouchée par des fils d'étoupe, on est forcé de prendre directement le pétrole à une des soutes.

Digitized by Google

La fumivorité est bonne.

Nombre de pulvérisateurs allumés.	2
Pression au réservoir à pétrole.	1kg,25
Pression d'air	15 millimètres.
Ouvertures des pulvérisateurs. { Vapeur . . .	1 tour.
Ouvertures des pulvérisateurs. { Pétrole . . .	1 —
Pression à la chaudière	8kg,25
Nombre de tours moyen.	201,5
Vitesse moyenne.	14m,203
Consommation de pétrole par heure	150 kilogrammes.

2 *février. Essai à grande vitesse.* — Vingt-cinq minutes après l'appareillage, on commence l'essai; la machine est réglée comme aux expériences faites; soit à la recette avec la chaudière locomotive, soit après l'installation de la chaudière Godard (valve et soupape en grand, introduction 0,68).

La pression d'abord de 8 kilogrammes ne tarde pas à dépasser 9kg,10 environ avec 266 tours d'hélice.

L'essai dure une heure dix pendant lequel on fait trois bases à la vitesse de 17 nœuds 454 (265 tours 4).

Bien que l'on se soit placé dans les mêmes conditions et que la pression aux chaudières ait été la même à très peu près, le nombre de tours a été inférieur à ceux qu'on avait relevés aux essais précédents. La cause en est d'abord dans les fuites aux tubes constatées, à la vitesse et surtout dans l'étanchéité défectueuse de la machine; il suffit pour s'en convaincre de comparer les pressions au grand cylindre; il existe des écarts considérables, provenant évidemment de fuites directes au condenseur soit par le compensateur, soit par le piston du grand cylindre, fuites d'autant plus accusées que la pression est plus élevée au réservoir intermédiaire. Le vide également a été mauvais.

Le fonctionnement des appareils a été très régulier, on a constaté seulement que, la pompe de la machine à cette allure, ne pouvait maintenir le niveau au puisard.

Celui-ci s'est en effet vidé peu à peu en même temps que l'une des soutes avant dans laquelle aspirait la pompe de la machine.

L'essai terminé, et le niveau étant devenu trop bas au puisard, on a fait aspirer le thirion directement à l'une des soutes par rapport auxquelles le thirion se trouvait en charge.

La complication apparente du système provenant du puisard et de la pompe de la machine semble donc trouver ici sa justification. A cause de la viscosité du pétrole, d'autant plus grande que le 2 février la température était au-dessous de zéro, il importe, pour que le fonctionnement soit régulier, que le thirion destiné à comprimer le pétrole soit en charge et aspire dans un tuyautage de longueur aussi réduite que possible.

Digitized by Google

Essais comparatifs

AFFECTATION DE LA CHAUDIÈRE	PÉTROLE							
	Torpilleur 66	Torpilleur 22	Provenant de la *Salve*	Torpilleurs 60 à 65	Torpilleurs de 3e classe	Torpilleurs 65 à 74	Torpilleur	
SYSTÈME	Guyet multitubulaire	d'Allest cylindrique à retour de flamme	Godard transformée (1)	Type E locomotive transformée	Locomotive			
					Type B	Type C	Type F	Type
Date de l'essai	27 janv. 1895	7 janv. 1893	9 mai 1893	9 août 1893	12 fév. 1889	6 juillet 1888	25 juil. 1891	13 av 189
Durée de l'essai	2	1	2	2	2,30	3	3	3
Surface de grille (mètres carrés)	»	»	»	»	1,90	1,78	1,78	2,30
Surface de chauffe non mouillée — directe (Mètres carrés)	3,96	5,82	»	4,30	7,741	6,06	5,95	6,75
Surface de chauffe non mouillée — tubulaire (Mètres carrés)	103,97	44,90	»	68,16	63,193	54,68	85.383	87,4
Surface de chauffe non mouillée — totale (Mètres carrés)	107,93	50,72	100	72,460	70,934	60,74	91,333	94,2
Poids avec eau (kilogrammes)	9 550	7 475	8 620	9 000	7 947	7 547	10 154	11 50
Pression de vapeur (kilogrammes par centimètre carré)	9	7,25	8,50	8,50	7,77	8,26	8,336	9,10
Pression d'air en millimètres, en vase clos	60	60	90	95	45	41	47	45
Combustible par heure (kilogrammes)	365	281	534	402	552	506	520	600
Combustible brûlé (kilogrammes) par mètre carré de chauffe et par heure	3,4	5,6	5,34	5,45	7,8	8,3	5,7	6,38
Charbon brûlé par mètre carré de grille	»	»	»	»	290	286	292	200
Eau vaporisée (kilogrammes) — par heure	4 130	3 298	4 420	3 940	3 732	3 533	4 133	4 123
Eau vaporisée (kilogrammes) — par heure et mètre carré de chauffe	38	65	44	54	52,8	58,5	45,3	44
Eau vaporisée par kilogramme de combustible	11,30		8,30	9,75	6,76	6,98	7,95	6,87
Eau vaporisée par kilogramme de poids de la chaudière	0,43	11, 75 0,40	0,51	0 43	0,47	0,47	0,41	0,36

Digitized by Google

fférentes chaudières.

CHARBON								OBSERVATIONS
Torpilleur 60	Torpilleur 130	Torpilleur 147	Corsaire	*Bouët-Willaumez*	*Sainte-Barbe*	*Condor, Fleurus* (Rechange)		
Dutemple				Godard ancienne	Lagrafel d'Allest multitubulaire	Amirauté		
à 4 coudes	à 4 coudes	à 4 coudes	à 2 coudes			(2)	(3)	
5 oct. 1889	7 mai 1893	10 août 1891	15 juil. 1892	21 nov. 1891	23 mai 1890	12 janvier 1895	12 août 1892	(1) Poids compté avec le foyer construit pour être embarqué sur le *Bouët-Willaumez* dont la chaudière est à peu près identique.
2	2	3	3	2	2	2	2	
2,55	2,61	4,72	4,56	2,10	2,34	4,32	4,64	
»	»	»	»	»	3,48	26,63	25,56	(2) $133^{m^2},97$ est la surface des ailettes des tubes Serve.
»	»	»	»	»	91,52	153,3 + 133,97	251,21	
80	84,50	159,65	177	97,66	95	313,30	276,77	(3) Dans l'essai du *Fleurus*, les feux ont été peu poussés (150 kilogrammes par mètre carré de grille seulement).
6 830	7 300	12 570	11 876	2 631	12 224	40 000	42 000	
8,50	13	9,25	14	9,9	9,9	6,95	10,59	»
100	75	48	75	30	30	40	22	
640	700	880	1 180	493	520	1 053	707	
8	8,3	5,5	6,7	5	5,5	3,35	2,5	
250	267	187	268	235	223	243	153	
4,100	4 200	6 896	8 515	3 910	4 518	3 857	6 410	
51,2	50	43	48	40,5	47,5	28,5	23,3	
6,40	6,05	7,77	7,21	7,95	8,70	8,40	9,07	
0,60	0,57	0,54	0,71	0,40	0,37	0,22	0,15	

Digitized by Google

Le régime à outrance auquel pendant l'essai la chaudière a été soumise n'a pas permis d'obtenir la suppression de la fumée. Le système de la chaudière ne permet pas en effet un brassage suffisant des gaz avant leur sortie de la cheminée. Peut-être aussi les fuites aux tubes ont-elles nui à la fumivorité en refroidissant les gaz.

Les moyennes des principaux résultats ont été les suivants :

Durée de l'essai	$1^h,10$
Nombre de pulvérisateurs	5
Pression au réservoir à pétrole	$3^{kg},90$
Pression d'air	48 millimètres.
Ouvertures des pulvérisateurs. A la vapeur.	1 t. 1/4
Ouvertures des pulvérisateurs. Au pétrole.	1 t. 1/4
Pression moyenne à la chaudière pendant tout l'essai	$8^{kg},81$
Nombre de tours moyen	$261^t,6$
Vitesse moyenne	$17^m,231$
Consommation de pétrole à l'heure	550 kilogrammes.

Sans ventilateur, tous les panneaux ouverts, on peut donner 150 tours d'hélice, la chauffe se faisant dans de bonnes conditions.

On constate à la visite l'existence de fuite à l'emmanchement du tiers des tubes environ.

23 *avril. Essai de six heures.* — La machine donnant 240 tours, on commence l'essai; au bout d'une heure environ, on constate que la pression baisse et qu'il est impossible de maintenir le niveau à la chaudière quoique le réparateur soit ouvert en grand.

En regardant alors par la porte du foyer l'intérieur de la chaudière, on s'aperçoit qu'un tube perd considérablement près de l'emmanchement.

Cet incident et les fuites déjà signalées à la chaudière donnent à penser que l'ensemble du faisceau tubulaire n'est pas en bon état et commençait à se fatiguer, la commission d'essais du *Bouët-Willaumez* estime que ce petit bâtiment ne peut être considéré comme propre à entrer en service.

Conclusions. — En définitive, l'installation du chauffage au pétrole a réalisé une grande amélioration sur le *Bouët-Willaumez*, en permettant de régler et maîtriser sans difficulté la pression et remédiant ainsi à un défaut capital des chaudières système Godard chauffant au charbon.

De plus, la commission a constaté les avantages généraux que procure l'emploi du pétrole, c'est-à-dire suppression ou atténuations par l'extinction instantanée des feux, des accidents que peut causer la rupture d'un tube; suppression du vase clos; faculté de continuer indéfiniment la chauffe sans fatigue pour le personnel.

Le *Bouët-Willaumez* se trouve donc dans de meilleures conditions qu'avec l'installation primitive au charbon.

Digitized by Google

• BOUET-WILLAUMEZ •

Tableau comparatif des essais à grande vitesse et à petite vitesse.

	ESSAIS A GRANDE VITESSE			ESSAIS A PETITE VITESSE		
	CHAUFFE au charbon		CHAUFFE au pétrole	CHAUFFE au charbon		CHAUFFE au pétrole
	Chaudière locomotive 1	Chaudière Godard 2	Chaudière transformée 3	Chaudière locomotive 4	Chaudière Godard 5	Chaudière transformée 6
Tirants d'eau (en mètres) AN.	0,38	0,30	0,35	0,38	0,29	0,34
Tirants d'eau (en mètres) AR.	2,30	2,22	2,27	2,28	2,26	2,27
Ouverture de la valve	En grand	En grand	En grand	En grand	En grand	2/10
Ouverture de la soupape	Id.	Id.	Id.	1 tour	1 t. 5	1 tour
Introduction	0,68	0,68	0,68	0,60	0,52	0,52
Vide en centimètres	68	68	52,6	68	60	55
Pression à la chaudière en kilogrammes	9,20	9,10	8,81	3,80	6,00	8,25
Pression au réservoir en kilogrammes	2,10	1,75	1,46	0,30	0,75	1,10
Nombre de tours moyen	2,95	2,78	261,6	1,80	178	201,5
Avance en mètres	1,99	1,98	2,033	2,100	2,110	2,1757
Vitesse en nœuds	19,25	17,80	17,23	12,30	12,18	14,203
Consommation de combustible par heure (kilogr.)	600	560	550	125	130	153

Le port ne possédant pas le rapport des essais de recette du *Bouët-Willaumez*, on a pris pour les colonnes 1 et 4 la moyenne des résultats obtenus sur le torpilleur de même type (Déroulède, Challier, etc.).

Digitized by Google

Toutefois, tout en considérant comme exacts les résultats des essais en vase clos au point de vue de la consommation d'eau absorbée par la pulvérisation, la commission émet l'avis que les conditions dans lesquelles se trouvait la chaudière du *Bouët-Willaumez* pendant les essais en marche n'ont pas permis de dégager exactement cette donnée. Mais elle estime qu'avec une chaudière du même type non fatiguée, on ne pourra que se rapprocher sensiblement des dépenses d'eau relevées à terre et que par conséquent il y aurait intérêt à utiliser une nouvelle chaudière Godard, afin de tirer parti des dispositions spéciales du *Bouët-Willaumez*.

SYSTÈME DE CHAUDIÈRE GUYOT. TORPILLEUR 66

(Fig. 198, vues 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.)

Demi-coupe transversale suivant C D.

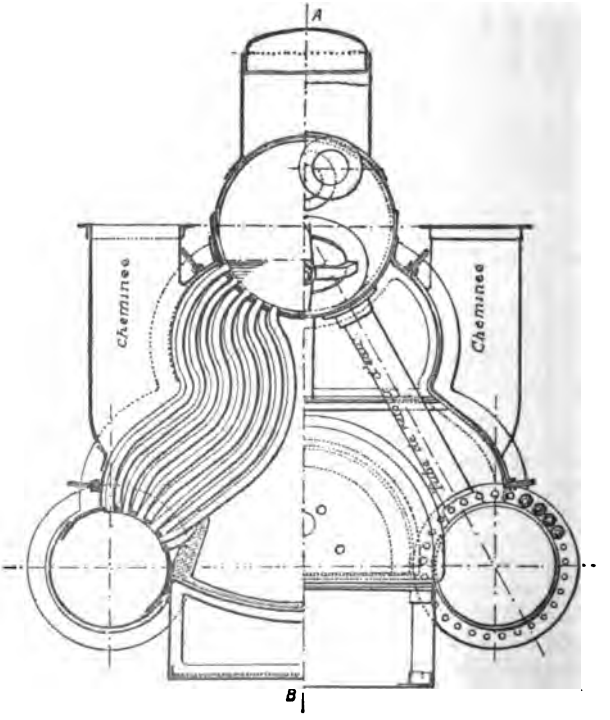


Fig. 198, vue 1. — Demi-vue de face.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

achine prin
peur des ap
apeur des éj

rvoir B' et

voir B' et d

condenseur.
fait en cas
pompe à pét
au réserv

Digitized by Google

Digitized by Google

Cette chaudière est du type multitubulaire avec une disposition particulière des foyers appropriée aux brûleurs et avec une forme et un agencement spéciaux des tubes. L'ensemble de l'appareil est représenté par la figure 198, vues 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

CHAUDIÈRE A PÉTROLE DU TORPILLEUR 66

Résultats de l'essai du 27 juin 1895.

TABLEAU N° 1

Heures des observations	PRESSIONS à la chaudière	PRESSIONS au réservoir à pétrole	PRESSIONS aux pulvérisateurs	OUVERTURE des pulvérisateurs au pétrole	OUVERTURE des pulvérisateurs à la vapeur	DÉPENSE de pétrole en litres en 10 minutes	DÉPENSE de pétrole en litres par heure	EAU vaporisée en kilogr. en 10 minutes	EAU vaporisée en kilogr. par heure	Dépense d'eau pour les pulvérisateurs par heure en kilogr.	PRESSION d'air en mm. dans le vase clos
9h,25	9k	3k30	De 5 kilogr. à 5kg,500	1t 1/2	1t,1/2	*		*			65
9,35	8,75	3,50		—	1, 3/4	70		700			80
9,45	8,75	—		—	—	64		660			80
9,55	8,50	—		—	—	62	406 ou 375k	610	4170	230	80
10,5	9	—		—	—	70		690			80
10,15	9,25	—		—	—	78		770			80
10,25	9,5	—		—	—	71		740			60
10,35	9,5	—		—	—	72		700			45
10,45	9,25	—		—	—	60	388 ou 355k	600			45
10,55	9	—		—	—	59		640	4090	230	45
11,5	9,25	—		—	—	64		660			45
11,15	8,75	—		—	—	60		680			45
11,25	9	—		—	—	64		810			45
Moyenne par heure.							397 ou 365k		4130	230	

Nota. — La pression d'air était trop forte au début de l'essai. Elle doit être réglée à 40 ou 45 mm. La consommation s'est améliorée dans la deuxième heure.
A la fin des essais le niveau à la chaudière était ramené à la position exacte qu'il avait au début.

Dans trois essais de vaporisation, les résultats suivants ont été obtenus :

Pression à la chaudière	9 kg.	8kg,80	9 kg.
Pression de la vapeur aux pulvérisateurs,	5,055	4	3

Digitized by Google

CHAUDIÈRE A PÉTROLE DU TORPILLEUR 66

Essai du 1er juillet 1895

TABLEAU N° 2

Heures des observations	PRESSIONS			OUVERTURE des pulvérisateurs		DÉPENSE de pétrole en litres		EAU vaporisée en kilogs.		Dépense d'eau pour les pulvérisateurs par 1/2 h. en kilogs.	TIRAGE en mm d'eau. dans le vase clos
	à la chaudière	au réservoir à pétrole	aux pulvérisateurs	au pétrole	à la vapeur	en 10 minutes	par heure	en 10 minutes	par heure		
9h,18	8k50	1k,5	4k	1t,1/2	1t	"		"			17 mm.
9,28	8,75	—	—	—	—	31		370			—
9,38	9,25	—	—	—	—	25		290		25	—
9,48	9,50	—	—	—	—	31	184	290			—
9,58	8,75	—	—	—	-	33	ou	350	2040		—
10,8	8,50	—	—	—	—	33	170k	380		30	—
10,18	8,50	—	-	—	—	31		360			—
10,28	9	—	—	—	—	27		300			—
10,38	9,25	—	—	—	—	30		320		30	—
10,48	9	—	—	—	—	27	163	280			—
10,58	8,75	—	—	—	—	27	ou	300	1800		
11,8	8,5	—	—	—	—	25	150k	290		25	—
11,18	8,5	—	—	—	—	27		310			—
Moyenne par heure.							173,5 ou 160k		1920	55	

Nombre de pulvérisateurs	4	2	2
Poids d'eau vaporisée en kilogrammes par heure	4 130	1 920	1 380
Poids de pétrole brûlé par heure, P. . .	365	160	110
Eau vaporisée par kilogramme de pétrole.	11,3	12	12,5
Poids d'eau nécessaire à la pulvérisation en litres	230	55	25
Poids d'eau par kilogramme de pétrole. .	0,630	0,345	0,225
Pression d'air dans le vase clos en millimètres.	45	17	8
Ouvertures des pulvérisateurs (Vapeur .	1t,5	1 t.	0t,55
Ouvertures des pulvérisateurs (Pétrole .	1t,5	1t,5	0t,4
Pression du pétrole	3,50	1,50	1
Eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe.	38	18	13
Temps pour la formation de vapeur . . .		55 minutes.	

Digitized by Google

Temps pour obtenir la pression.	»	1h,20	»
Nombre de pulvérisateurs allumés . . .	2	»	»
Dépense de pétrole pour obtenir 5 kilogrammes	65 kg.	»	»

Le pétrole employé était de l'astaski dont la densité est de 0,92.

CHAUDIÈRE A PÉTROLE DU TORPILLEUR 66

Essai du 4 juillet 1895

TABLEAU N° 3

Heures des observations	PRESSIONS à la chaudière	PRESSIONS au réservoir à pétrole	PRESSIONS aux pulvérisateurs	OUVERTURE des pulvérisateurs au pétrole	OUVERTURE des pulvérisateurs à la vapeur	DÉPENSE de pétrole en litres en 10 minutes	DÉPENSE de pétrole en litres par heure	EAU vaporisée en kilogs. en 10 minutes	EAU vaporisée en kilogs. par heure	Dépense d'eau pour les pulvérisateurs par 1/2 h. en kilogs.	PRESSION en mm. d'eau dans le vase clos
9h,26	8k75	0k,9	3k	0t,4	1/2 t. celui de droite	»		»			8 mm.
9,36	9	1	—	—		19		260			—
9,46	9	—	—	—		19		210		15	—
9,56	8,75	—	—	—		16		190	1340		—
10,6	9,25	—	—	—		21	115	200			—
10,16	9,25	—	—	—		19		230		15	—
10,26	9	—	—	—		21		250			—
10,36	9	—	—	—		21		210			—
10,46	9	—	—	—		22		260		10	—
10,56	9,25	—	—	—	2/3 de tour celui de gauche	21	125	220	1420		—
11,6	9,5	—	—	—		21		240			—
11,16	9	—	—	—		21		250		10	—
11,26	9	—	—	—		19		240			—
Moyenne par heure.							120 ou 110k		1380	25	

CANOT A VAPEUR DE PÉTROLE

CHAUDIÈRE ALIMENTÉE AU PÉTROLE ET CHAUFFÉE A LA VAPEUR DE PÉTROLE

(Système Essh, fig. 199, vues 1, 2, 3, 4, 5.)

Le moteur est une machine à vapeur de naphte à simple effet et à trois cylindres. La vapeur après avoir travaillé est condensée dans des

Digitized by Google

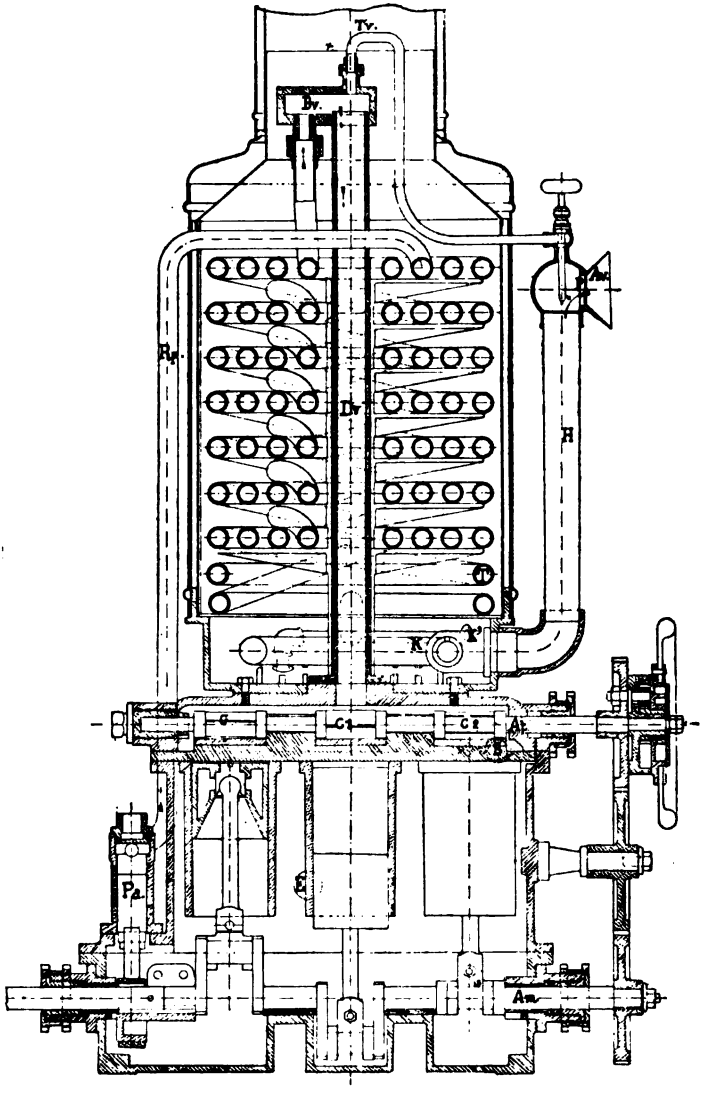
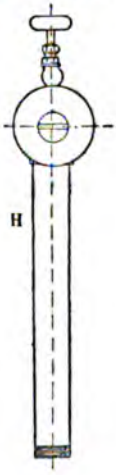


Fig. 199, vue 1. — Moteur (Système Essh).

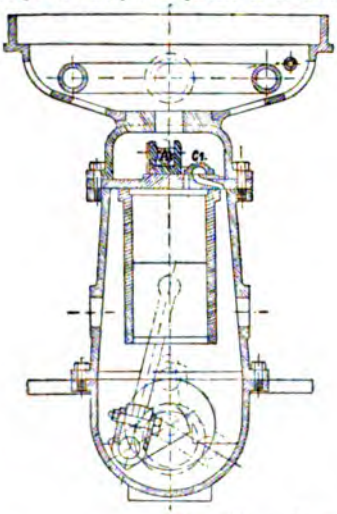
Digitized by Google

VUE 2.
Plan du brûleur.

VUE 4.
Vue du tuyau d'arrivée d'air dans le brûleur.



VUE 3.
Coupe verticale par un cylindre et un tiroir.



VUE 5.
Face de la mise en marche.

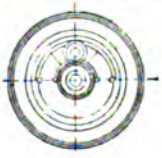


Fig. 199. — Vues 2, 3, 4 et 5.

Rp, refoulement de la pompe alimentaire à pétrole dans le serpentin.
Be, boîte d'arrivée des vapeurs de pétrole.
Fe, tuyau de prise de vapeur de pétrole pour le brûleur.
Ae, arrivée d'air dans le brûleur.
P, papillon de réglage.
H, tuyau de communication avec le brûleur K.
K, brûleur principal.
K', brûleur de mise en marche.
De, collecteur de vapeur motrice.
E, tuyau d'évacuation au condenseur.
C, C1, C2, tiroirs.
Am, arbre moteur.
Mm, mise en marche.
At, arbre des tiroirs.
Pa, pompe alimentaire.
T, serpentin formant la chaudière proprement dite.
S, soupape de décharge pour garder la pression à 5 kg.
O', introduction de la vapeur de pétrole.
O', évacuation de la vapeur de pétrole.

Digitized by Google

tubes formant condensateur, placés au-dessus du canot, et communiquant avec la caisse à pétrole.

Les cylindres, les tiroirs, les bielles, l'arbre à manivelles sont renfermés à l'intérieur d'une caisse étanche en fonte, l'arbre principal et l'arbre des tiroirs sortent de cette caisse par deux presse-étoupes ; un engrenage intermédiaire est disposé entre deux roues dentées calées sur les précédents arbres et le changement de marche n'est autre alors qu'une mise en train Mazeline. Le naphte est aspiré, dans le réservoir placé à l'avant de l'embarcation, par une pompe alimentaire mue par la machine. Cette pompe refoule au générateur. Un robinet est disposé sur le tuyau d'aspiration de la pompe ; ce robinet reste toujours ouvert en grand pendant la marche. Il n'y a pas de robinet sur le tuyautage de refoulement.

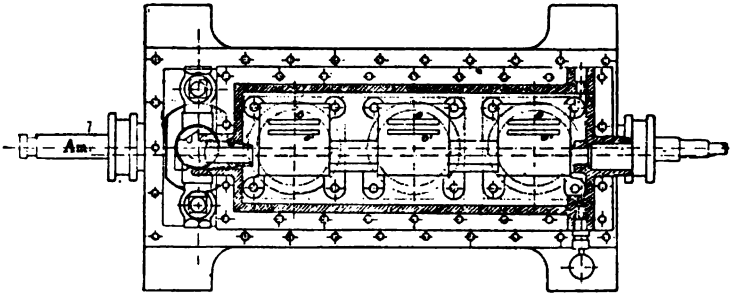


Fig. 199, vue 6. — Plan des tiroirs et des orifices.

Un réservoir d'air est disposé sur chacun des tuyautages d'aspiration et de refoulement.

Le générateur où arrive le naphte refoulé par la pompe se compose d'un serpentin chauffé au naphte, comme nous le verrons plus loin. Le naphte traverse le serpentin, se vaporise et se rend à la boîte à tiroir située à la partie supérieure de la caisse de la machine.

Après avoir travaillé dans les cylindres, la vapeur de naphte s'évacue à l'intérieur de la caisse, et de là, par suite de la compression, elle retourne à la caisse à pétrole après avoir été condensée dans les tuyaux extérieurs de l'embarcation.

Le brûloir à pétrole se sompose d'un éjecteur qui reçoit une partie de la vapeur produite dans la chaudière, la vapeur entraîne par aspiration de l'air qui se mélange intimement avec elle ; le mélange est enflammé dans un bec annulaire. Une soupape et une valve permettent de régler l'arrivée de vapeur et d'air.

La combustion doit se faire avec une flamme bleue et ne donner aucune fumée.

Digitized by Google

Mise en marche. — Pour la mise en marche une pompe à main (dite pompe à air) permet d'envoyer à la chaudière de l'air qui s'est carburé en traversant la caisse à pétrole. On enflamme l'air carburé qui brûle par une couronne annulaire spéciale. Quand on juge que la chaudière est suffisamment réchauffée, on met en marche, sans cesser de faire fonctionner la pompe à air, une autre pompe à main, pompe à naphte qui refoule du naphte à la chaudière. Au bout de quelques instants la pression commence à monter et l'on peut ouvrir l'injecteur ; on ouvre d'abord la soupape à pétrole, et aussitôt que l'inflammation s'est produite on ouvre le registre d'air. Si l'on ne met pas en marche de suite, mettre en marche la pompe à naphte si la pression tombe à la chaudière. Si la pression monte trop vite, on ferme l'injecteur.

Un petit brûleur à pétrole constamment allumé permet de remettre en activité les feux en manœuvrant simplement l'éjecteur.

Une soupape automatique et que l'on peut également manœuvrer à main forme la soupape de sûreté et permet d'évacuer directement la vapeur de naphte aux condenseurs extérieurs.

La caisse à pétrole remplie jusqu'aux refoulements du pétrole a une contenance de 330 litres. Il est bon, surtout si l'embarcation doit avoir des mouvements de tangage, de se maintenir à un niveau plus bas d'une dizaine de centimètres. La capacité correspondante est d'environ 250 litres.

De temps en temps, le canot étant stoppé, une ou deux fois par semaine, on fait arriver par la pompe à naphte un peu d'huile minérale à la chaudière. Pour cela on ferme le robinet situé sur l'aspiration de la pompe, on enlève le piston et on introduit l'huile dans le corps de pompe. Cette huile se mélange au naphte et lubréfie ainsi les organes que le pétrole seul enveloppe.

Le naphte employé doit avoir une densité comprise entre 0,68 et 0,70. Au-dessous de 0,68 le naphte n'est pas suffisamment lourd pour lubréfier les organes; au-dessus de 0,70 le naphte donne une puissance inférieure à l'appareil.

Essai de juillet 1895.

Approvisionnement de pétrole : 327 litres.
Nombre de tours moyens : 233^{t},33; vitesse 5^{m},948.
Pression à la chaudière, constante : 5 kilogrammes.

La consommation du pétrole pendant trois heures dix minutes de marche a été de 51 litres, soit 16^{l},1 à l'heure. Il est à noter que cette consommation correspond à une vitesse notablement supérieure à celle imposée par le marché.

Il est à noter également que pendant les mouvements, soit pour le remplissage litre à litre de la caisse, soit pour la vidange de la caisse

Digitized by Google

également litre à litre, une quantité de pétrole a pu être perdue ou vaporisée. Le chiffre de 10 litres à l'heure indiqué au marché pourrait être exact pour une marche à la vitesse de 5 nœuds 5.

Quoi qu'il en soit avec la consommation trouvée à l'essai, la caisse complètement pleine permettrait une marche d'environ vingt heures.

Pour un canot appelé à marcher environ pendant une heure par jour, le canot à pétrole serait donc plus avantageux, même au prix élevé auquel le pétrole a été acheté. Si l'on compare le canot à pétrole aux chaloupes à vapeur des directions qui consomment deux fois plus de charbon pour l'allumage, l'entretien des feux, etc., que les canots White de 7,65, on trouve que pour un canot appelé à ne pas marcher plus de deux heures par jour le canot à pétrole serait plus économique. En un mot, le type du moteur à pétrole, système Essch-Wyss, paraît susceptible d'être employé dans la marine. Il convient toutefois d'attendre que le canot qui vient d'être reçu ait fait un service de quelque durée pour voir s'il n'y aurait pas lieu, pour de prochaines livraisons, d'exposer au constructeur certaines modifications susceptibles de permettre à l'appareil de faire un service durable à la mer.

Avec ce moteur, il ne faut pas d'eau, on n'a donc pas à se préoccuper de la contenance des caisses à eau de vaporisation. La chauffe ne laisse pas de résidus.

Nouvel essai du 5 juillet. — Un nouvel essai a été fait le 5 juillet ; pendant cet essai on a fait fonctionner la machine à diverses allures, la pression peut être facilement maintenue à 3, 4 ou 5 kilogrammes, on fait monter ou descendre la pression d'un kilogramme en moins d'une minute. Les manœuvres de stoppage et de mise en marche se font facilement ; il faut toutefois éviter autant que possible de stopper brusquement quand la pression est de 5 kilogrammes, la pression pourrait monter rapidement à la chaudière, et d'après les renseignements fournis sur le moteur, au delà de 6 kilogrammes, l'étanchéité des joints n'est plus assurée.

En résumé, le système de canot à pétrole par MM. Essch et Wyss est d'une manœuvre extrêmement facile ; la machine marche pour ainsi dire sans surveillance.

Les manœuvres d'allumage, de mise en marche et de stoppage sont des plus simples. La consommation du pétrole est faible et la distance franchissable de l'embarcation considérable.

Toutefois, le canot à vapeur de pétrole, n'ayant jusqu'ici que peu fonctionné et n'étant sorti que par beau temps, et d'autre part tous les organes de la machine étant renfermés à l'intérieur d'une caisse étanche, on ne peut dès maintenant se prononcer sur les services que peut rendre à la mer ce canot de ce type. Il paraît à peu près certain dès maintenant qu'un moteur ayant les dispositions générales du moteur Essch-Wyss et d'une construction soignée et robuste sont susceptibles de rendre de grands services.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

L'expérience seule permettra de décider si, tel qu'il est construit, le moteur est capable de résister à la mer et aux chocs brusques résultant des mouvements de tangage de l'embarcation.

Parmi les différents canots actuellement au service de la marine, c'est le canot de $7^m,65$ qui est le plus susceptible d'être comparé au canot à pétrole récemment mis en essai.

Le tableau ci-dessous donne les résultats comparatifs de ces deux canots :

	CANOT WHITE de 7,65	CANOT à pétrole
Poids de la coque	1 150 kilogr.	740 kilogr.
Poids de l'appareil moteur	940 —	520 —
Poids de l'eau et du charbon (avec 160 kg. de charbon pour une marche de six heures).	420 —	»
Poids de pétrole	»	225
Personnel (trois hommes pour le canot White et deux pour le canot à pétrole)	3	2
Poids total du canot sous pression, prêt à mettre en marche	2 720	1 625
Puissance en chevaux aux courbes d'indicateur	20	»
Puissance au frein	»	6
Distance franchissable	52 mil.	120 mil.
Prix de l'appareil moteur	7 000 francs	»
Prix de la coque	3 000 —	»
Prix total	10 000 —	11 000 francs

CANOT A MOTEUR AU PÉTROLE

SYSTÈME FOREST (fig. 200, vues 1, 2, 3 et 4).

Description du moteur. — Le moteur imaginé par M. Forest est un moteur à explosion, à 4 temps et fonctionne au moyen d'air carburé par la gazoline.

La machine verticale, à pilon à 4 cylindres dont les bielles viennent deux à deux s'accoupler sur deux manivelles calées à 180 degrés.

Le cycle pour chaque cylindre est le suivant : le mélange d'air et de vapeurs de gazoline est aspiré, directement dans chaque cylindre, pendant la première course du piston qui est à simple effet; pendant sa course de retour, le mélange est comprimé et refoulé dans l'espace mort, qui occupe un volume sensiblement égal à un cinquième du volume total du cylindre; dès que le piston a franchi le point mort bas, une étincelle électrique, fournie par deux éléments de pile et une

Digitized by Google

bobine Ruhmkorf, fait détoner le mélange et celui-ci vient produire son travail. Quand le piston est arrivé à nouveau au bas de sa course, la communication est établie entre le cylindre et l'atmosphère par une soupape, commandée par une came, et pendant sa deuxième course de retour le piston expulse les gaz brûlés et l'ensemble se retrouve dans les conditions de début.

Il n'y a donc, dans chaque cylindre, qu'une course motrice par deux tours de l'arbre à manivelles; mais comme l'ensemble du moteur se compose de 4 cylindres identiques, il se produit par tour deux explosions, et par suite deux courses motrices.

L'arbre à manivelles porte deux volants destinés, d'abord à régulariser la marche et ensuite à emmagasiner la force vive nécessaire pour les quelques tours que la machine doit faire, sans dépense de force, pour le changement de marche.

Les cylindres sont en fonte et munis d'une double enveloppe, dans laquelle circule un courant continu d'eau froide, fourni par une petite pompe rotative mue directement par la machine. Cette eau est destinée à empêcher les parois des cylindres de s'échauffer outre mesure. L'activité de la circulation se règle au moyen d'un robinet placé sur le tuyau d'aspiration de la pompe; elle doit être telle, que la température de l'eau, à sa sortie, soit de 40 à 80 degrés. L'eau réfrigérante, après avoir circulé autour des cylindres où elle s'échauffe, vient d'ailleurs passer autour du carburateur qui porte également une double enveloppe; en empêchant le refroidissement dû à l'évaporation, elle favorise la volatilisation de la gazoline et par conséquent le fonctionnement du carburateur.

Les cylindres qui, comme on l'a vu plus haut, sont à simple effet, sont ouverts à leur partie basse (côté de l'arbre). Ils sont fermés à leur partie haute par un couvercle à double enveloppe et à circulation d'eau, formant boîte à soupapes, et sur lequel sont fixées les soupapes d'évacuation des gaz de la combustion, les soupapes d'aspiration du mélange carburé et les bougies d'inflammation. Toutes les soupapes sont en bronze.

Les soupapes d'aspiration ont leur axe vertical et sont appuyées sur leur siège par un ressort à faible tension dont on peut régler la bande au moyen d'un écrou; elles s'abaissent d'elles-mêmes et donnent passage à l'air carburé, dès que le vide, produit au-dessous d'elles par la marche du piston, vient équilibrer la tension du ressort.

Les soupapes d'évacuation ont leur axe horizontal; elles sont mues par des cames montées sur un arbre secondaire, qui reçoit son mouvement de l'arbre à manivelles, au moyen de bielles et d'engrenages mais possède une vitesse de rotation moitié moindre que celle de ce dernier.

Les pistons sont en fonte, et portent sur leur hauteur cinq gorges circulaires où viennent se loger des bagues également en fonte.

Le carburateur est constitué par un cylindre en cuivre horizontal

Digitized by Google

à double enveloppe, fixé contre les bâtis du moteur, et dans l'axe duquel est montée une brosse en poil de sanglier, mue par la machine au moyen d'une roue à rochet et d'un cliquet. Cette brosse est destinée à faciliter le mélange des vapeurs de gazoline et d'air en augmentant les surfaces de contact, et à maintenir constante la teneur en gaz du mélange tonnant aspiré par les cylindres.

L'arrivée de gazoline dans le carburateur est réglée par une soupape. Cette soupape, commandée par un flotteur, ouvre la communication avec une caisse de réserve, quand le niveau baisse au carburateur.

Une partie seulement de l'air destiné aux cylindres traverse le carburateur et se charge de vapeurs de gazoline; l'autre partie est aspirée directement à l'état d'air frais. La composition du mélange tonnant est d'ailleurs réglée par deux robinets gradués indépendants se manœuvrant à la main et situés, l'un sur la canalisation d'air carburé, l'autre sur l'arrivée d'air pur. Un régulateur à boules est de plus destiné à limiter la vitesse de rotation du moteur; il agit sur une valve placée sur la canalisation d'air carburé. Cette valve est ouverte à chaque aspiration par une came, montée sur l'extrémité de l'arbre secondaire et qui appuie au moyen d'une tringle horizontale sur la tige de la valve. Le manchon du régulateur à boules se soulève quand la vitesse devient trop grande et entraîne cette tringle qui manque alors la tige de la valve; il s'ensuit que l'arrivée d'air carburé n'a pas lieu et que la vitesse du moteur diminue. Trois crans en échelons, placés sur la pièce qui termine la tige de la valve, permettent au régulateur, soit d'admettre l'air carburé au maximum, si la vitesse normale n'est pas dépassée, soit de réduire la quantité d'air carburé admise par coup de piston. Par conséquent, lorsque le travail demandé au moteur diminue, la dépense de gazoline est d'abord limitée, puis même complètement supprimée, quand le mélange, tendant à devenir trop pauvre pour être facilement inflammable, pourrait occasionner des ratés d'inflammation et par conséquent une perte sèche de gazoline.

Le fonctionnement du régulateur a toujours été également excellent; grâce à sa présence et à celle des deux volants, dont il a été parlé plus haut, l'allure de la machine est, dans tous les cas, parfaitement régulière. Plusieurs des essais du moteur à pétrole ont été faits par très grosse mer; le canot tanguait et roulait beaucoup; souvent l'hélice émergait presque tout entière, et malgré cela le nombre de tours du moteur n'éprouvait que des variations peu sensibles.

L'évacuation des produits gazeux de la combustion se fait dans une caisse cylindrique en tôle, placée parallèlement au carburateur et fixée contre les bâtis du moteur. Cette caisse communique elle-même avec l'air libre par un tuyau vertical.

L'étincelle électrique, nécessaire à l'inflammation du mélange tonnant, est fournie par une pile, à deux éléments au bichromate de

Digitized by Google

potasse, et une bobine d'induction. Elle est distribuée automatiquement à chaque cylindre, grâce à un commutateur calé sur l'extrémité N de l'arbre à cames.

Le renversement de marche s'obtient en changeant les points d'inflammation, en déplaçant à l'aide d'un levier un manchon placé sur le circuit inducteur et portant deux séries de touches. Le mouvement du levier entraine en même temps le déplacement des cames servant à l'évacuation des gaz.

A chaque soupape d'évacuation correspondent trois séries de cames servant, les premières pour la marche AV à toute puissance, les secondes pour la marche AV à l'allure réduite, enfin les dernières pour la marche AR. Les cames de marche AV à l'allure réduite ouvrent les soupapes d'évacuation pendant la course d'échappement et pendant la première moitié de la course de compression. L'allure de la machine est par suite réduite, mais on laisse échapper la moitié de l'air carburé, aspiré dans les cylindres en pure perte. Ces cames servent surtout au moment de la mise en marche, parce qu'elles diminuent le travail nécessaire pour faire tourner la machine à bras. Le levier, et par suite l'arbre à cames, peuvent être maintenus dans l'une quelconque des positions correspondant à la marche AV, ou à la marche AR, ou dans la position intermédiaire de stop, par l'intermédiaire d'une broche qui s'engage à la fois dans l'extrémité antérieure du levier et dans un secteur circulaire. En mettant le levier au stop, le passage de l'étincelle est interrompue et la machine s'arrête.

Le passage d'une marche à l'autre n'est d'ailleurs possible que lorsque les pistons sont au point mort, ou dans une position très voisine. Cela tient à ce que, pour ne pas exagérer outre mesure le déplacement du levier et par suite l'encombrement du moteur, on a adopté pour les cames des surfaces à arêtes vives, et qu'il n'y a point de variation continue d'une came à l'autre. Les surfaces séparatrices de deux cames voisines sont au contraire des plans perpendiculaires à l'arbre qui les porte. Il y a donc telle position des pistons pour laquelle le déplacement de l'arbre à cames, c'est-à-dire le changement de marche, ne peut s'effectuer parce que les têtes des tiges de soupapes d'évacuation viennent butter contre les faces planes des cames. Le profil transversal donné aux cames ne permet, comme on l'a dit plus haut, le passage d'une marche à l'autre que lorsque les manivelles sont dans le voisinage de leurs points morts.

La mise en marche de la machine s'obtient en lui faisant faire à bras, au moyen des volants de l'arbre à manivelles, un certain nombre de tours. La manœuvre est facilitée par l'existence d'un embrayage à friction, disposé sur le volant AR, et qui permet d'isoler l'hélice au départ. Elle est néanmoins assez pénible et exige au minimum la présence de deux hommes. M. Forest a du reste prévu, sur ses nouveaux moteurs, l'addition d'engrenages destinés à réduire l'effort à faire au moment de la mise en marche.

Digitized by Google

Le graissage des cylindres et, par suite, des pistons s'effectue au moyen de valvoline.

Les essais du canot à pétrole système Fores ont donné les résultats suivants :

Durée de l'essai.	$2^h,8^m$
Nombre de tours moyen.	$218^t,08$
Puissance en chevaux dans les cylindres . .	26,476
Consommation de gazoline par heure. . . .	$8^{kg},204$
Consommation de gazoline par heure et par cheval.	$0^{kg},3099$

A la suite de ces essais, le canot a été de nouveau mis en service régulier, comme courrier des bâtiments en fer.

Comparaison du moteur à pétrole et du moteur à vapeur.

Le moteur à pétrole présente sur le moteur à vapeur un certain nombre d'avantages dont l'importance est surtout évidente pour les canots.

Les essais ont été faits sur deux canots de $8^m,85$, l'un à vapeur type Claparède, l'autre à pétrole.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS	MOTEUR à vapeur	MOTEUR à pétrole
Longueur d'encombrement.	3 mètres	$1^m,510$
Largeur d'encombrement	1 —	$0^m,90$
Poids total de l'appareil (moins l'hélice et son arbre)	$1\,518^{kg},520$	1 370 kilog.
Puissance en chevaux aux essais. . . .	16,160	21,589
Vitesse correspondante	$7^m,096$	$6^m,3295$
Combustible consommé par heure . . .	$73^{kg},123$	$8^{kg},204$
Combustible consommé par heure et cheval	$4^{kg},532$	$0^{kg},3099$
Combustible par mille	$10^{kg},305$	$1^{kg},296$
Consommation d'eau par heure.	$436^{kg},320$	»
— d'eau par heure et cheval.	27 kilog.	»
— d'eau par mille.	$61^{kg},495$	»
— totale par mille (combustible et eau).	$71^{kg},800$	$1^{kg},296$

Le rayon d'action du canot à pétrole est 54 fois 5 plus grand que celui du canot à vapeur, mais le prix de revient du mille au point de vue de la consommation est de 0 fr. 957, tandis qu'il n'est que de 0 fr. 268 pour le canot à vapeur.

Digitized by Google

Les avantages du moteur à air carburé sont les suivants :

1° Mise en marche et arrêts instantanés sans nulle dépense au repos ;

2° Suppression de l'alimentation d'eau douce, avantage des plus importants en mer ;

3° Grande propreté obtenue par la suppression de la fumée, des cendres, des escarbilles.

Les embarcations munies de moteurs à air carburé semblent donc pouvoir rendre de très bons services.

NOUVELLE CHAUDIÈRE MULTITUBULAIRE

CHAUFFAGE AU PÉTROLE

(Fig. 201, vues 1, 2, 3 et 4.)

Cette nouvelle chaudière à vapeur d'eau, chauffant au pétrole, est embarquée sur une vedette.

Elle se compose comme toutes les chaudières de ce type d'une enveloppe extérieure en tôle, de deux collecteurs, d'un faisceau tubulaire et d'un appareil spécial de chauffage au pétrole.

VUE 1.
Coupe *cc*.

Fig. 201.

Le collecteur supérieur est cylindrique, le collecteur inférieur a la forme indiquée par la figure 201, vues 1, 2 et 3. Au milieu de sa longueur, le collecteur inférieur a un espace vide dans lequel passe le tuyau d'arrivée du pétrole. Cet espace vide est entouré de deux lames d'eau qui établissent la communication entre les deux parties extrêmes du collecteur.

Les tubes sont fixés sur les deux collecteurs à l'aide de tubulures (vue 4) vissées dans l'épaisseur des collecteurs. Les rangées supérieures débouchent au-dessus du niveau de l'eau (vue 3).

Sur les côtés de la chaudière les tubes se touchent et forment chambre de combustion. Des tubes garnissent le fond de la chambre de chauffe. (Fig. 201, vues 2 et 3.)

La circulation se fait par deux tubulures de retour, en dehors de l'enveloppe.

Le pétrole arrive dans le tuyau B affectant la forme d'un cercle percé de trous sur son pourtour (vue 1).

Une buse A amène, au centre de la couronne A, l'air refoulé par le ventilateur.

Les essais de ce canot à pétrole n'ont pas encore été faits, mais l'ensemble de son appareil évaporatoire permet d'en juger à différents points de vue.

Au point de vue de la bonne utilisation de l'appareil, l'ensemble est parfait. Les gaz carburés chauffent tout l'espace compris dans le faisceau tubulaire partout à la fois. Le collecteur du bas présentant

Digitized by Google

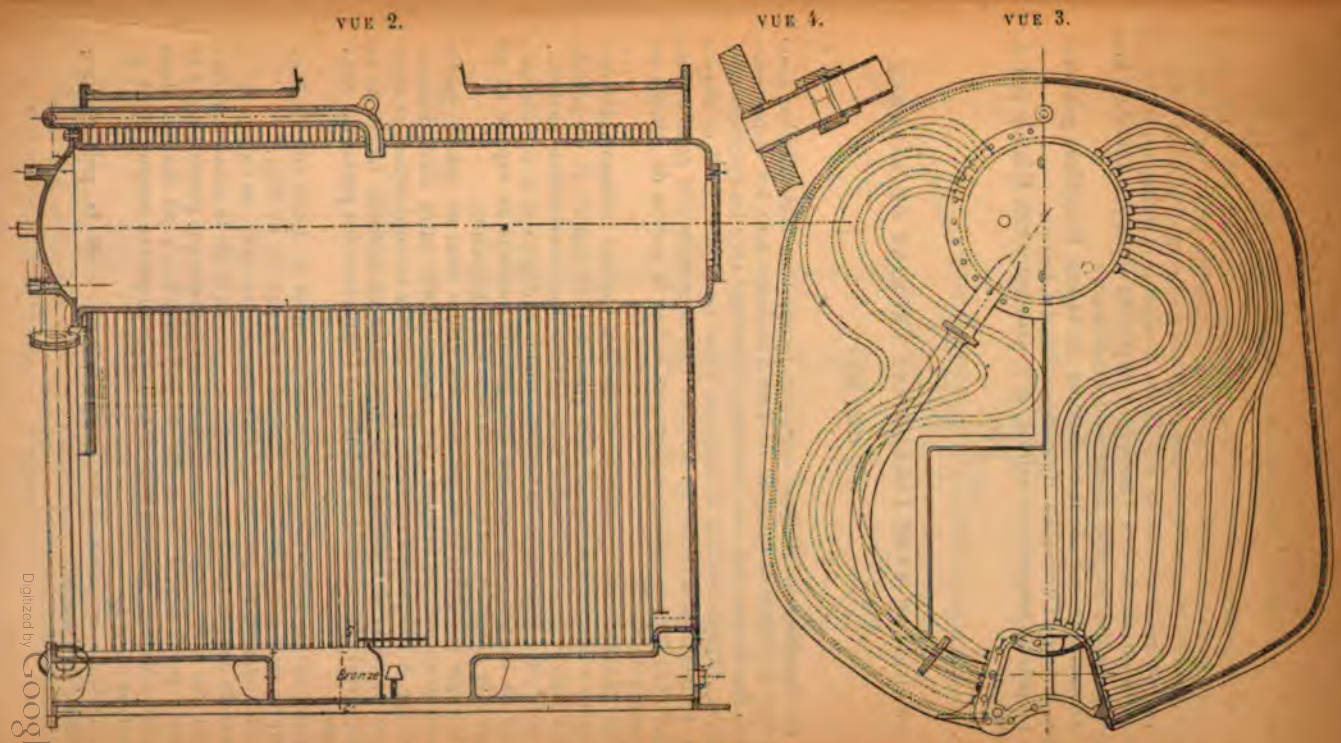


Fig. 201, vues 2, 3 et 4. — Chaudière multitubulaire pour canot (pétrole).

Digitized by Google

un rétrécissement de la section de passage de l'eau offre une plus grande surface extérieure et par suite s'échauffe plus vite, d'où circulation établie plus rapidement entre le collecteur du bas et celui du haut. Le joint des tubes est facile à obtenir et évite, ainsi que la disposition de la vue l'indique, l'emploi du dudgeon difficile à manier par suite du petit diamètre des collecteurs.

Au point de vue de la production de vapeur le système peut être bon, puisque l'utilisation du combustible est bonne.

Le pétrole employé est raffiné, sa densité est 0,926. Il laisse peu de résidu.

CHAUDIÈRE TYPE LOCOMOTIVE BRULANT DU PÉTROLE

(Fig. 202.)

La chaudière est du type ordinaire locomotive. L'installation pour brûler le pétrole se compose de 4 ou 5 brûleurs dont les dispositions et le fonctionnement ont beaucoup d'analogie avec les éjecteurs ordinaires. Chaque brûleur se compose d'une vis régulatrice R de vapeur et de deux aspirations A*o* A*o* pour l'air nécessaire à la combustion. L'air et la vapeur mélangés viennent lécher la goutte de pétrole au sommet du bec K.

Ce pétrole, étant pulvérisé, forme des vapeurs inflammables mélangées à l'air et à la vapeur. Les quantités de vapeur et de pétrole sont réglées convenablement pour obtenir une combustion parfaite.

Avec cette disposition on pourrait même se dispenser de ventilateur; mais ce moyen exigerait une trop grande quantité de vapeur et ne peut être employée qu'à terre où l'eau est à discrétion.

Lorsque l'on marche au pétrole, les grilles sont en grande partie recouvertes par des briques; des espaces libres entre elles donnent passage à l'air supplémentaire pour assurer la combustion, et aussi pour procéder à l'allumage et à la mise en pression. L'effet de ce tirage peut être modifié à volonté par l'ouverture des portes du cendrier.

Deux contre-autels C C arrêtent les flammes au début afin de bien remplir cette partie du foyer. L'autel A n'a pas été modifié.

Cette chaudière qui devait être essayée en 1882, ne l'a pas été à cause du danger que l'on accordait au pétrole et de la consommation d'eau que nécessitait la pulvérisation. Le danger que pouvait créer le pétrole étant écarté, le mode de pulvérisation a pu changer dans quelques détails, mais la vapeur a du être employée comme étant le meilleur moyen.

Une seule application ne l'emploie pas : c'est la pulvérisation Leblond et Cauville,

Digitized by Google

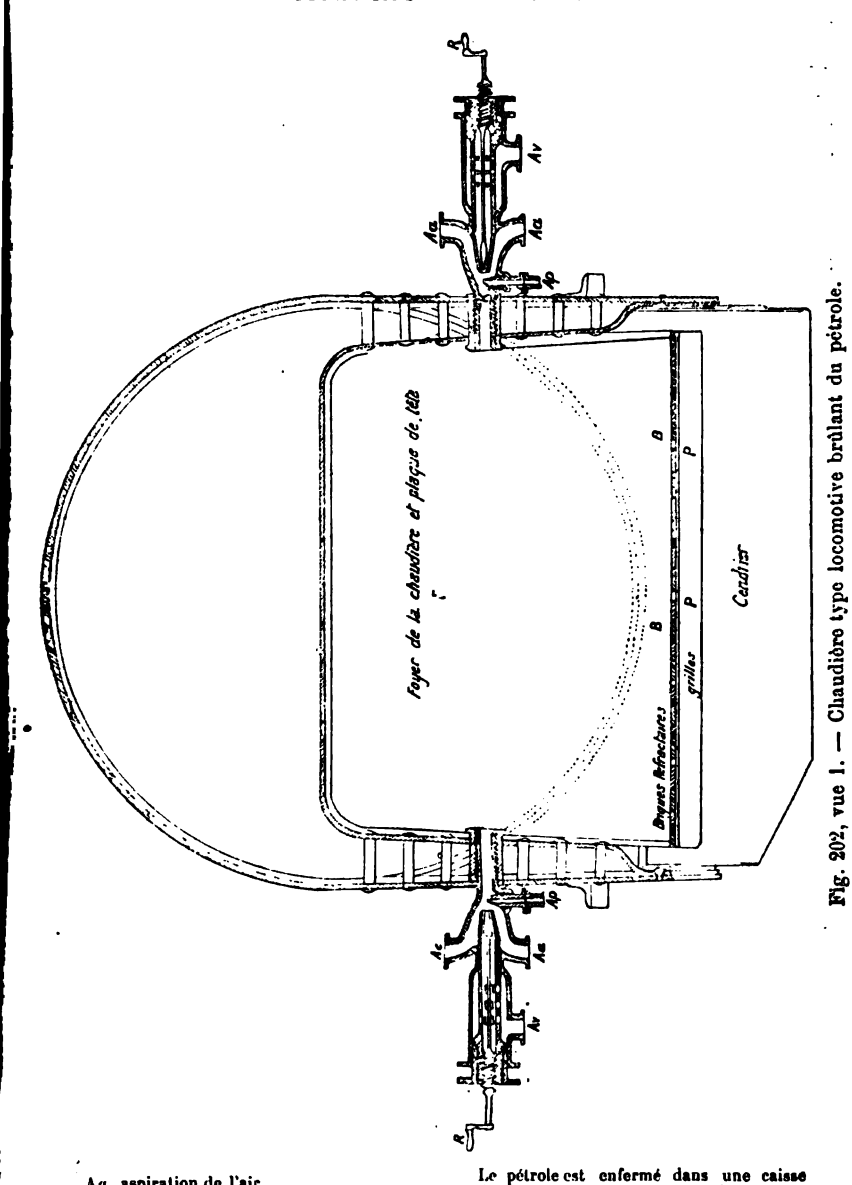


Fig. 202, vue 1. — Chaudière type locomotive brûlant du pétrole.

Aa, aspiration de l'air.
Ac, arrivée de la vapeur du Giffard.
Ap, arrivée du pétrole réglé par une aiguille.

Le pétrole est enfermé dans une caisse dont le niveau est supérieur à la buse.
R, manœuvre de la buse réglant l'arrivée de la vapeur.

Digitized by Google

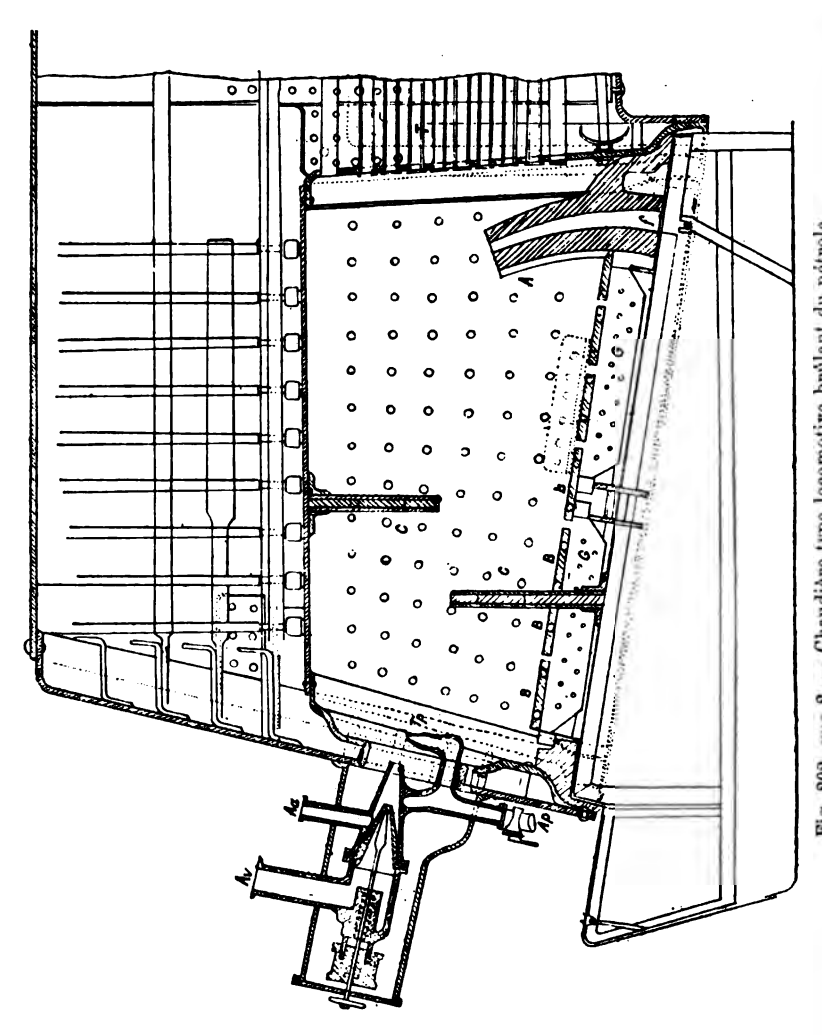


Fig. 202, vue 2. — Chaudière type locomotive brûlant du pétrole.

CHAUDIÈRE A BRÛLER LE CHARBON DE DÉCHET

Cette chaudière est également une chaudière type locomotive; elle pourrait être multitubulaire.

La grille est supprimée, elle est remplacée par un foyer cylindrique

Digitized by Google

garni de briques réfractaires; deux brise-flammes empêchent le poussier de charbon de se rendre directement dans les tubes avant

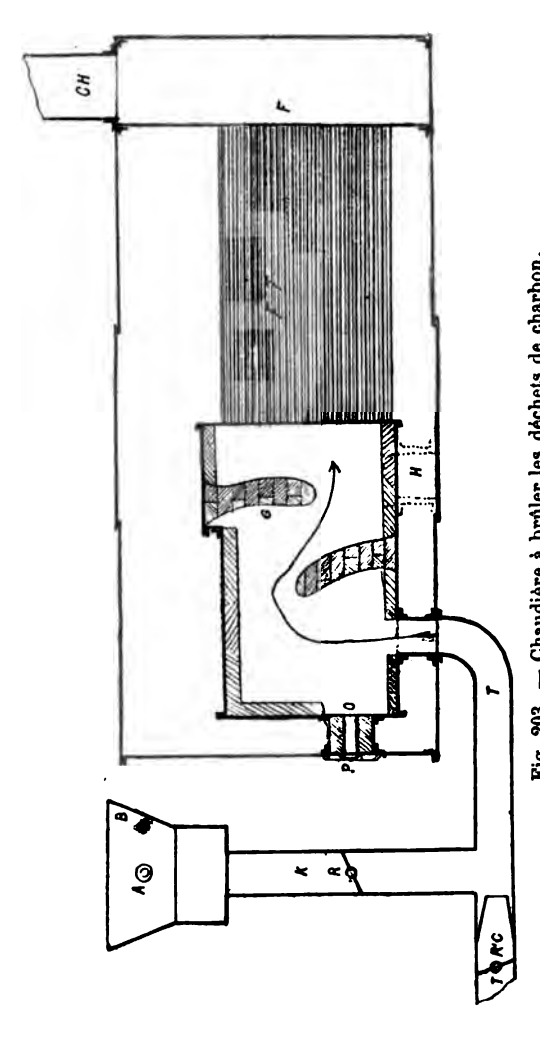


Fig. 203. — Chaudière à brûler les déchets de charbon.

A, axe d'une vis d'Archimède animée d'un mouvement circulaire et amenant le charbon en poussière dans le tuyau K.
B, boîte à charbon en poussier.
R, registre réglant la quantité de charbon.
T, tuyau d'arrivée d'air.
R', registre régulateur de l'arrivée de l'air.
C, buse conique projetant l'air et le charbon dans le tuyau T.
G, chambre à combustion.
B, boîte à fumée.
PO, porte d'allumage.
B B B, autels et garnitures en briques réfractaires.
F T, faisceau tubulaire.
CH, cheminées.

d'être brûlé. Le charbon de déchet est réduit en poussière préalablement à l'aide de meule ou de tout autre broyeur; mais il doit être amené à l'état de farine. Quand il est bien pulvérisé, il est amené

Digitized by Google

dans une caisse B ; un râteau dont les avents sont disposés en forme de vis d'Archimède l'obligent à se déplacer et à tomber dans la tubulure K ; un papillon R en règle la quantité. Un tuyau T muni d'un cône C, recevant un courant d'air d'un ventilateur, fait le vide dans K, le charbon tombe et est refoulé par la tubulure T dans le foyer où il s'enflamme facilement au contact d'un corps en ignition et flambant. Le registre R sert à régler la quantité d'air.

On allume le charbon par la porte *Po*. Une autre porte H placée sur le côté permet d'enlever les mâchefers et autres dépôts, s'il en existe.

Dans la porte P*o*, il existe un opercule qui permet de constater l'état du foyer.

COMPARAISON ENTRE LES CANOTS MARCHANT AU PÉTROLE ET LES CANOTS MARCHANT AU CHARBON

1° A égalité de poids de combustible on peut produire un poids plus grand de vapeur avec le pétrole qu'avec le charbon ;

2° La chauffe est plus régulière et plus facile et exige beaucoup moins de monde avec l'emploi du pétrole. Cette chauffe peut avoir lieu soit en vase clos, soit à l'air libre, selon la disposition des ventilateurs avec le pétrole ;

3° Le travail de la chauffe est transformé en une simple surveillance des brûleurs et des niveaux ;

4° Le pétrole permet de ne pas avoir de panache de flammes ni de fumée, quand les brûleurs sont bien réglés ;

5° Production constante de vapeur en supprimant le décrassage et le ramonage ;

6° La durée des chaudières au pétrole sera plus grande, attendu qu'elles ne fatiguent pas par le fait des rentrées d'air froid dues à l'ouverture de la porte de fourneaux dans les autres chaudières ;

7° Le pétrole permet de modifier à volonté l'activité de la chauffe et par suite la production de vapeur, par la suppression d'un nombre convenable de brûleurs ;

8° Par la promptitude de la mise en pression et par la facilité de rester sous les feux, le pétrole est précieux ;

9° Le pétrole est utile pour l'entretien et pour les cas d'avaries ;

10° La puissance des chaudières est augmentée par l'emploi du pétrole, qui les maintient pour ainsi dire en un état constant de propreté ;

11° Le pétrole est d'embarquement facile et constitue une économie sur le charbon, au point de vue du déchet.

12° Le pétrole augmente considérablement le rayon d'action d'un bâtiment l'utilisant convenablement.

L'inconvénient que présente l'emploi du pétrole est la consommation de vapeur employée au fonctionnement des brûleurs ;

En résumé, malgré les petits incidents qui se sont produits pendant

Digitized by Google

la série des essais à différentes allures et à toute puissance à ces nouveaux appareils évaporatoires ; incidents sans importance, et dus en grande partie à l'expérience insuffisante des chauffeurs qui étaient mis en présence d'appareils nouveaux, exigeant une chauffe spéciale; ces appareils sont supérieurs aux appareils cylindriques et seront employés sur les nouveaux navires.

Pour le chauffage au pétrole, sur les torpilleurs, si ses avantages sur le charbon ne sont pas suffisamment indiqués, les avantages pratiques de son emploi pourront l'être ainsi :

1° Réglage facile de la chauffe;

2° Facilité du passage d'une chauffe à une autre, de la chauffe modérée à la chauffe à outrance sans perte de temps, perte qui existe forcément avec le charbon, dont l'allumage exige un temps forcé;

3° Pression constante par ce réglage régulier de la chauffe, absence d'ébullition tumultueuse ;

4° Suppression du travail pénible de la chauffe par la suppression des charges des fourneaux et surtout par leur décrassage ;

5° Suppression des escarbilles ;

6° Température constante dans les foyers, par conséquent suppression des effets de contraction et de dilatation produits par l'ouverture des portes des fourneaux ;

7° Suppression du bois d'allumage par l'emploi du pétrole flambant servant à obtenir la pression pour assurer le fonctionnement des brûleurs ordinaires ;

8° Suppression du ramonage (opération qui doit se faire après vingt-quatre heures de chauffe), par conséquent production constante de vapeur pendant un temps assez long ;

9° Suppression du vase clos des chaufferies, avantage moral incontestable sur le personnel;

10° Suppression des panaches de flamme et de fumée au moment de la charge des fourneaux au charbon ;

11° Extinction immédiate des feux en cas de danger ;

12° Diminution du personnel dans la chaufferie.

En résumé, à la suite de ces avantages, le pétrole est le combustible de l'avenir et pour les chaudières multitubulaires surtout.

BOUILLEURS

Les appareils désignés sous le nom de bouilleurs servent à faire de l'eau douce pour réparer les pertes dues aux fuites, etc., se produisant dans les machines.

Ces appareils sont indispensables aujourd'hui à cause des hautes pressions demandées par les nouvelles machines.

Ils reposent tous sur le même principe : faire de l'eau douce avec de l'eau de mer chauffée par la vapeur.

Digitized by Google

L'eau de mer chauffée, bout et dégage des vapeurs n'entraînant aucun sel ; ces vapeurs sont envoyées soit directement dans une boîte à tiroir, soit au condenseur, soit dans un réfrigérant système Perroy où elles se condensent pour se rendre ensuite à un filtre et de là à la caisse d'alimentation.

Ces bouilleurs sont de différents systèmes, on y distingue particulièrement :

1° Le bouilleur Cousin ;
2° Le bouilleur Triolle ;
3° Le bouilleur Mouraille ;
4° Le bouilleur Weir ;
5° Le bouilleur Normand.

1° BOUILLEUR COUSIN

(Fig. 204, vues 1 et 2.)

Le bouilleur Cousin se compose de deux viroles en cuivre rouge, séparées par une plaque de tête en bronze, et fermées l'une par un simple fond, l'autre par une deuxième plaque de tête et un fond formant coquille. Des tubes en laiton relient les deux plaques de tête. Ces tubes sont simplement dudgeonnés. La virole supérieure est partagée en trois compartiments par deux diaphragmes percés de trous, ayant pour but d'éviter les ébullitions tumultueuses.

La vapeur chauffante arrive autour des tubes dans lesquels circule l'eau de mer.

Le niveau de l'eau de mer est indiqué par un trait sur lequel est écrit *plein*. Quand l'eau arrive au repère *alimentez*, on refait de nouveau le plein.

La vapeur produite par l'eau de mer chauffée se rend dans un réfrigérant et de là au filtre.

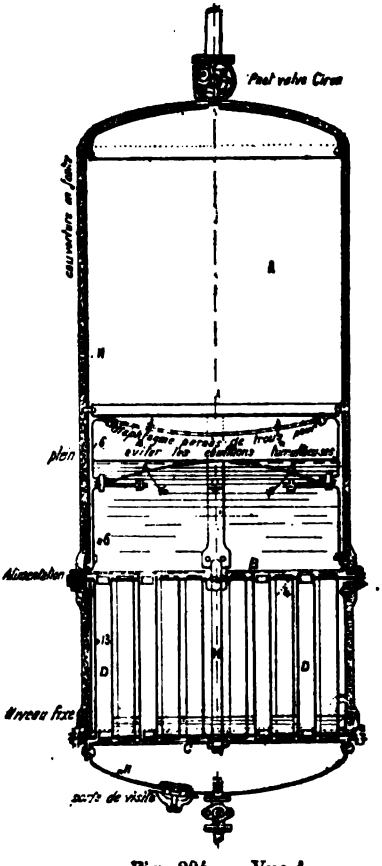


Fig. 204. — Vue 1.

Digitized by Google

Quand le niveau est descendu au repère *alimentez*, on fait ordinairement extraction avec le robinet placé à la partie inférieure avant d'alimenter.

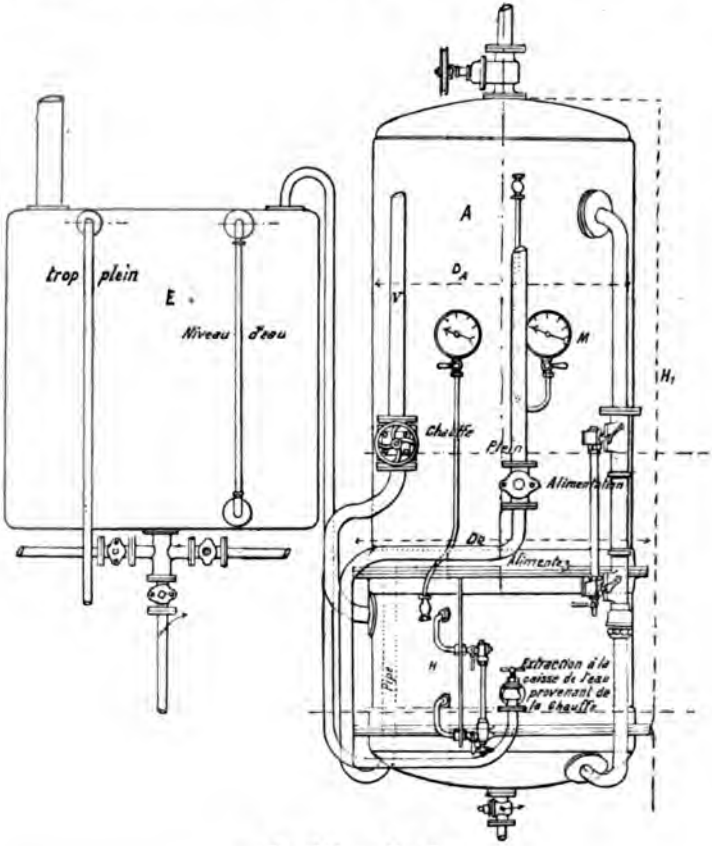


Fig. 204. — Vue 2.

La vapeur de chauffe a une tension variant de 4 à 5 kilogrammes et la vapeur produite de 600 à 750 grammes.

Le rendement du bouilleur Cousin est de 5 à 6 kilogrammes d'eau douce par kilogramme de charbon brûlé.

La conduite de ce bouilleur est très simple et se fait soit par cuvées, soit par extraction continue, selon le cas.

La figure fera très bien comprendre les accessoires de l'appareil.

Digitized by Google

2° BOUILLEUR ORIOLLE

(Fig. 205.)

Description du schéma. — Le bouilleur Oriolle se compose de trois corps cylindriques semblables à des bouilleurs Cousin.

L'eau de mer, aspirée par la pompe T, est refoulée dans le compartiment intérieur du récupérateur des eaux salées C, où elle s'échauffe au contact de l'eau saturée salée chaude qui circule dans le compartiment extérieur.

Elle sort du cylindre C et va dans le récupérateur des eaux douces B, où elle continue à s'échauffer pendant son ascension à l'extérieur des tubes dans lesquels passent les eaux douces bouillantes provenant des bouilleurs.

Du récupérateur des eaux douces, l'eau de mer va dans la partie inférieure du premier bouilleur A, qu'elle remplit en passant à l'intérieur des tubes jusqu'à la hauteur du niveau normal, marqué par la ligne pointillée XX.

Elle pénètre en même temps dans le réservoir D, soulève le flotteur et sa soupape contenus dans ce réservoir, et arrive ainsi dans le deuxième bouilleur A' qu'elle remplit à la même hauteur que le premier.

Elle s'en échappe et remplit le troisième bouilleur par un dispositif tout à fait identique.

Après avoir subi l'ébullition successivement dans les trois bouilleurs, l'eau de mer se trouve fortement concentrée et doit être extraite, sans quoi elle laisserait déposer le sel sur les tubes, et diminuerait ainsi énormément leur puissance évaporatrice. Pour éviter cet inconvénient on extrait l'eau quand sa concentration atteint 7° ou 8° du pèse-sel réglementaire de sorte que le rapport de l'eau extraite à l'eau alimentée est d'à peu près 1/7.

L'eau salée du troisième bouilleur est aspirée par la pompe et par l'intermédiaire du cylindre extérieur du récupérateur des eaux salées et refoulée à la cale.

Malgré l'existence des flotteurs, la hauteur des niveaux dans les bouilleurs ne se règle pas d'une façon absolument automatique, le premier bouilleur a une tendance à se vider dans le deuxième et le deuxième dans le troisième, on étrangle le passage de l'eau par des robinets placés au-dessous des réservoirs D de manière à maintenir les trois niveaux à peu près à la même hauteur.

En arrivant dans le premier bouilleur, par l'intermédiaire d'un détendeur, la vapeur des chaudières se condense dans la partie extérieure des tubes, en abandonnant à l'eau de mer qui en remplit l'intérieur toute sa chaleur latente de vaporisation.

L'eau douce, mais non potable, provenant de cette condensation tombe sur la plaque de tête, d'où elle est extraite par le robinet dis-

Digitized by Google

posé à cet effet, dans le premier compartiment du récupérateur des eaux douces. L'eau de mer que renferment les tubes ne tarde pas à

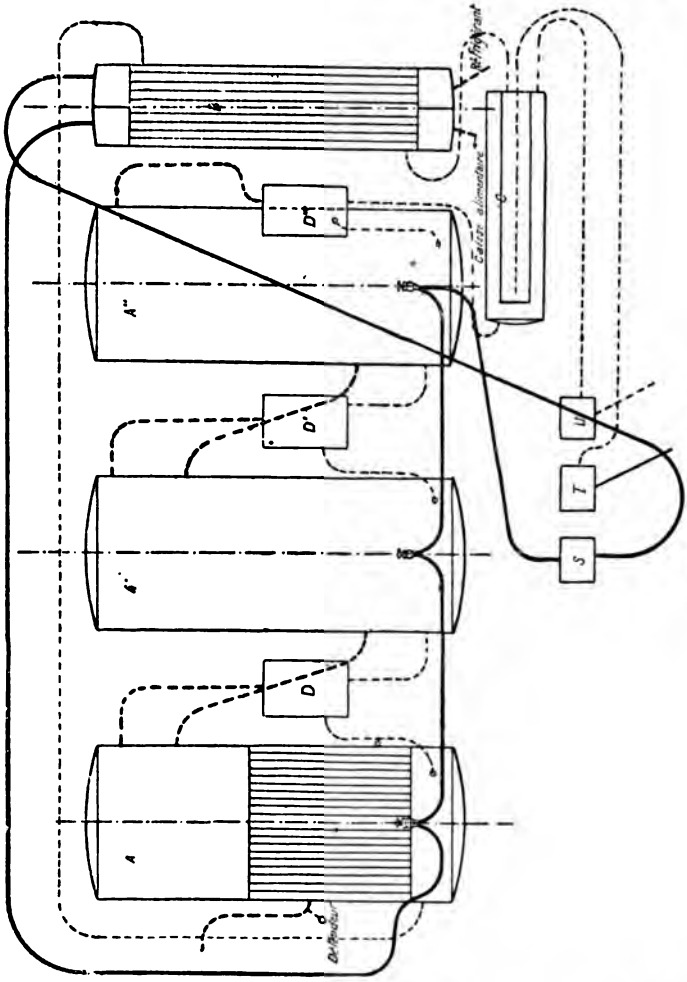


Schéma de la figure 205.

entrer en ébullition, et la vapeur produite s'échappe à la partie supérieure pour aller dans le deuxième bouilleur. En arrivant dans ce deuxième bouilleur, la vapeur provenant du premier se conduit d'une façon identique, et produit les mêmes effets que celle provenant des

Digitized by Google

chaudières, c'est-à-dire qu'elle vaporise l'eau de mer contenue dans les tubes, en même temps qu'elle se condense et tombe dans le fond à l'état d'eau douce et potable.

La vapeur formée dans le deuxième bouilleur s'échappe pour aller dans le troisième bouilleur, où elle produit les effets déjà décrits.

Comme la pression de cette vapeur, et par conséquent sa température, est assez basse, la vaporisation dans le troisième bouilleur serait très réduite, si l'on n'avait pris la précaution de le mettre en communication avec le condenseur.

L'eau distillée formée par le deuxième et le troisième bouilleur est potable, car elle provient de la vapeur d'eau de mer n'ayant aucun contact avec l'eau des chaudières. L'eau du deuxième est chassée naturellement dans le troisième en vertu de la différence des pressions de la vapeur dans ces deux bouilleurs, différence qui atteint à peu près 400 grammes par centimètre carré.

L'eau potable est extraite du troisième bouilleur par la pompe S. Cette pompe la refoule dans le deuxième compartiment du récupérateur des eaux douces, où elle contribue à chauffer l'eau d'alimentation.

Elle en sort à la partie inférieure pour aller au réfrigérent.

Aux essais le bouilleur Oriolle a donné jusqu'à 24 kilogrammes d'eau douce par kilogramme de charbon.

DESCRIPTION COMPLÈTE ET FONCTIONNEMENT DU BOUILLEUR ORIOLLE SUR L'« ISLY »

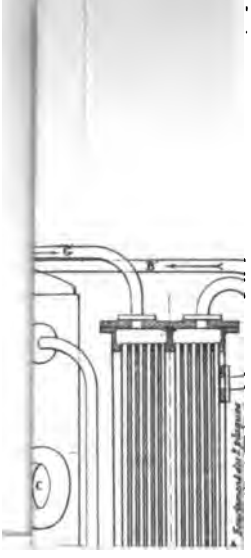
(Fig. 205 *bis*.)

Arrivée et circulation de l'eau de mer. — L'eau de mer aspirée par la pompe T est refoulée dans le compartiment intérieur du récupérateur Q, où elle s'échauffe au contact de l'eau saturée chaude qui circule dans le compartiment extérieur (vues 1 et 2). Elle sort du cylindre Q par le tuyau N qui la conduit dans le récupérateur des eaux douces O où elle continue à s'échauffer pendant son ascension à l'extérieur des tubes dans lesquels passe l'eau douce bouillante provenant des bouilleurs (vue 3).

Le tuyau B' la conduit dans la partie inférieure du premier bouilleur A_1 qu'elle remplit en passant à l'intérieur des tubes jusqu'à la hauteur du niveau normal marqué par la ligne pointillée XX. Elle pénètre en même temps dans la boîte cylindrique du flotteur D qu'elle soulève ainsi que sa soupape et arrive ainsi dans le bouilleur A_2 qu'elle remplit à la même hauteur que le premier, par le même moyen ; passant par le flotteur du A_2 elle s'en échappe et vient remplir le bouilleur A_3.

Après avoir subi l'ébullition successivement dans les trois cylindres, l'eau de mer se trouve fortement concentrée et doit être extraite, sans quoi elle laisserait déposer le sel sur les tubes et diminuerait

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

ainsi énormément leur puissance vaporisatrice. Pour éviter cet inconvénient, on extrait cette eau quand sa saturation atteint 7° à 8° du pèse-sel réglementaire, de sorte que le rapport de l'eau extraite à l'eau alimentée est à peu près de 1/7. Sous l'aspiration de la pompe U, l'eau du troisième bouilleur A_3 pénètre dans le réservoir E, redescend par un tuyau central et vient circuler dans le compartiment extérieur du récupérateur Q où elle cède une partie de sa chaleur à l'eau d'alimentation qui passe dans l'intérieur. L'eau saturée sort de ce récupérateur Q par le tuyau V et est refoulée à la cale par la pompe U. Malgré l'existence des flotteurs D, la hauteur des niveaux dans les bouilleurs ne se règle pas d'une façon absolument automatique : le premier bouilleur a une tendance à se vider dans le deuxième, et le deuxième dans le troisième ; pour remédier à cet inconvénient, on étrangle le passage de l'eau par les robinets placés au-dessous des réservoirs D, de manière à maintenir les trois niveaux à peu près à la même hauteur.

Production et circulation de l'eau distillée. — En arrivant dans le premier bouilleur A^1 par le tuyau du détendeur N à pression constante (vue 3) la vapeur des chaudières se condense sur la partie extérieure des tubes en abandonnant à l'eau de mer qui remplit l'intérieur toute sa chaleur latente de vaporisation. L'eau douce, mais non potable provenant de cette condensation tombe sur la plaque de tôle inférieure d'où elle est extraite par le robinet G dans le premier compartiment du récupérateur *o*.

L'eau de mer que les tubes renferment ne tarde pas à entrer en ébullition, et la vapeur produite s'échappe à la partie supérieure du premier bouilleur A^1 par l'extrémité supérieure crépinée du tuyau B qui la conduit dans le deuxième bouilleur A_2. En arrivant dans ce deuxième bouilleur, la vapeur provenant du premier se conduit d'une façon identique à celle provenant des chaudières et agissant dans le premier bouilleur, et produit les mêmes effets, c'est-à-dire qu'elle vaporise l'eau dans les tubes, en même temps qu'elle se condense et tombe dans le fond sur la plaque de tête à l'état d'eau potable.

La vapeur formée dans le deuxième bouilleur s'échappe par le tuyau B′ et de là se rend dans le troisième bouilleur A_3 où elle produit les effets déjà décrits.

Comme la pression de cette vapeur et par conséquent sa température est assez basse, la vaporisation dans le troisième bouilleur serait très réduite si l'on n'avait pas pris la précaution de le mettre en communication avec le condenseur par le tuyau C. De cette manière le rendement de ce bouilleur atteint presque celui des deux premiers. Mais la condensation de la vapeur produite s'effectuant au condenseur l'eau qui en provient ne peut être utilisée que pour l'alimentation des chaudières. L'eau produite par le premier bouilleur provenant de la condensation de la vapeur des chaudières n'est pas potable à cause

Digitized by Google

des graisses qu'elle a pu entraîner et de l'odeur qu'elle conserve ; elle est chassee par la pression de la vapeur dans le premier compartiment du récupérateur *o* où, en descendant dans les tubes, elle réchauffe l'eau d'alimentation qui circule à l'extérieur.

L'eau distillée formée par les deuxième et troisième bouilleurs est potable, car elle provient de la condensation de la vapeur produite par l'eau de mer, n'ayant eu aucun contact avec l'eau des chaudières. Le robinet R étant ouvert l'eau douce du deuxième est chassée naturellement dans le troisième en vertu de la différence des pressions qui existe entre les deux bouilleurs, différence qui atteint à peu près $0^k,400$ par centimètre carré. L'eau potable est extraite du troisième bouilleur par la pompe S qui y aspire par le tuyau X. Cette pompe refoule par le tuyau *o*, où elle contribue à réchauffer l'eau d'alimentation et à perdre elle-même son excès de température sur l'eau potable. Elle en sort la partie inférieure par le tuyau C′ qui la conduit au réfrigérant ou la caisse d'alimentation à volonté.

3° BOUILLEUR MOURAILLE

(Fig. 206, vues 1, 2, 3, 4.)

Le bouilleur Mouraille diffère des précédents en ce que ses tubes affectent la forme de serpentins. Comme dans le Weir la vapeur chauffante arrive dans l'intérieur des tubes.

La partie la plus curieuse de l'appareil est l'alimentateur-extracteur.

L'alimentateur-extracteur a pour but d'alimenter le bouilleur et d'extraire l'eau provenant de la vapeur de chauffe.

Il se compose de trois parties :

C, cylindre alimentateur;

D, cylindre extracteur d'eau de chauffe;

F, cylindre à vapeur.

Les deux derniers cylindres possèdent chacun un tiroir de distribution.

E, tiroir extracteur cylindrique;

G, tiroir à vapeur cylindrique ;

Le cylindre alimentateur et le cylindre extracteur n'ont pas de garniture; ils portent 4 rainures qui assurent l'étanchéité. L'aspiration du cylindre alimentateur se fait directement à la mer par le tuyau L et le refoulement au bouilleur par H.

f, clapets d'aspiration au nombre de deux;

h, clapets de refoulement au nombre de deux;

i, garniture en fer du piston à vapeur.

Les tiroirs cylindriques admettent par les arêtes intérieures. Les glaces de ces tiroirs sont rapportées et possèdent 5 séries de trous; l'arrivée dans la boîte à tiroir se fait par les orifices *a*. L'introduction

Digitized by Google

par *n* et l'évacuation par *k*. A l'extrémité de chaque tiroir se trouve une partie cylindrique percée de 4 petits trous qui sert à guider le tiroir et à maintenir une même pression dans la boîte à tiroir.

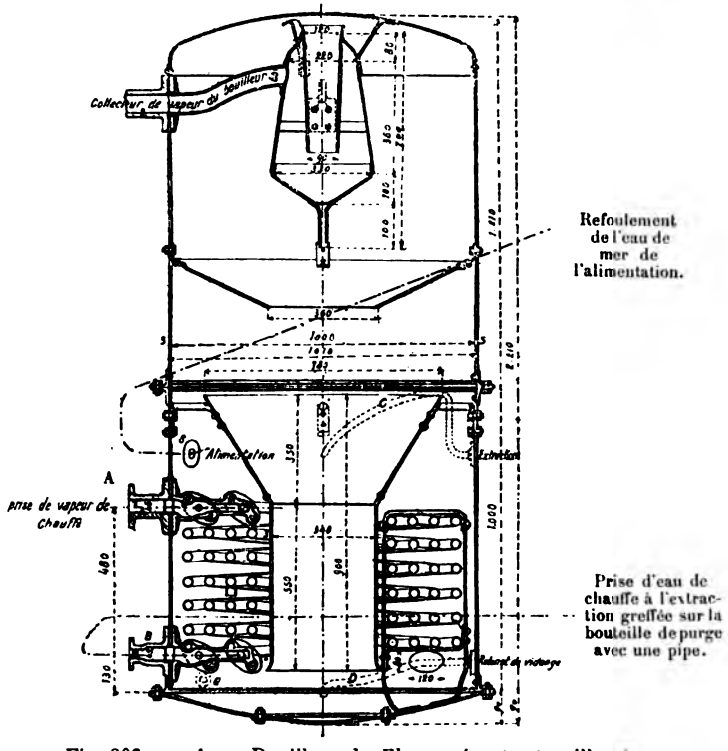


Fig. 206, vue 1. — Bouilleur du *Fleurus* (contre-torpilleur).

A, arrivée de la vapeur de chauffe.
B, sortie.
C, prise d'eau de l'extraction.
D, extraction de fond.
E, évacuation de la vapeur formée.
S, arrivée de l'eau salée.
e, extraction supplémentaire.

Dimensions :

Surface de chauffe.	5 m².
Volume d'eau	576lit,386
Volume de vapeur.	1lit,31
Pression de régime	0k,3
Timbre.	1 kg.
Production par 24 heures de la vapeur de chauffe à 12 kg. . .	15,800 lit.

N, tige de pompe alimentaire;

O, extracteur, sa tige conduit à la fois le piston du cylindre alimentateur et le tiroir à vapeur;

P, tige du tiroir à vapeur;

Q, tige du tiroir extracteur;

Digitized by Google

R, tige du piston à vapeur qui conduit celle du tiroir extracteur; Les pistons et les tiroirs ont des courses différentes.

I, soupape située sur le conduit d'arrivée d'eau de chauffe, dont l'ouverture est réglée de manière à ce qu'il ne s'accumule pas d'eau dans les serpentins, car l'eau y stationnant diminuerait la puissance de vaporisation du bouilleur.

Cette soupape sert à envoyer directement l'eau contenue dans les serpentins au condensateur.

M, arrivée de vapeur de l'alimentateur du bouilleur;

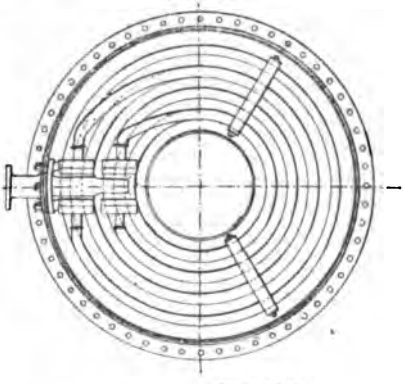
S, butoirs et bouchons de visite des clapets de refoulement *h*;

T, butoirs et bouchons de visite des clapets d'aspiration;

J, tuyau d'arrivée d'eau de chauffe;

K, évacuation de l'eau de chauffe au condensateur.

VUE 2.



VUE 3.

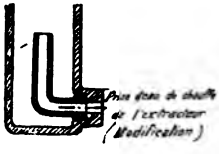


Fig. 206. — Vues 2 et 3.

Mise en marche. — La prise d'eau de chauffe sur le bouilleur étant ouverte, l'eau arrive par *j*, arrive par *a* dans la boîte à tiroir, passe dans l'orifice *m*, pousse le piston extracteur suivant le sens de la flèche *f'*, en entraînant le piston alimentateur qui aspire par les clapets *f*, mais la tige du tiroir à vapeur ne bouge que lorsque le piston extracteur a franchi la distance *rs*, en ce moment le tiroir à vapeur marche dans le sens de la flèche *f'*, en même temps que le piston extracteur marche, la vapeur arrive dans l'orifice *p* et fait marcher le piston à vapeur dans le sens de la flèche *f'* et pendant la marche du piston extracteur, l'orifice *b* va se fermer et le piston à vapeur sera alors à bout de course; mais, pendant ce temps, le tiroir extracteur va aussi marcher suivant la flèche *f'*, ferme l'orifice *m* et ouvre *n*. C'est à ce moment que va avoir lieu le renversement de marche. Le piston extracteur va marcher suivant la flèche *f''*, entraînera le piston alimentateur qui aspirera par *f* et refoulera par *h*, entraînera auss le tiroir à vapeur qui amènera la vapeur dans l'orifice *b* et le piston à vapeur marchera suivant *f''* qui entraînera de nouveau la tige de piston extracteur et ainsi de suite.

Digitized by Google

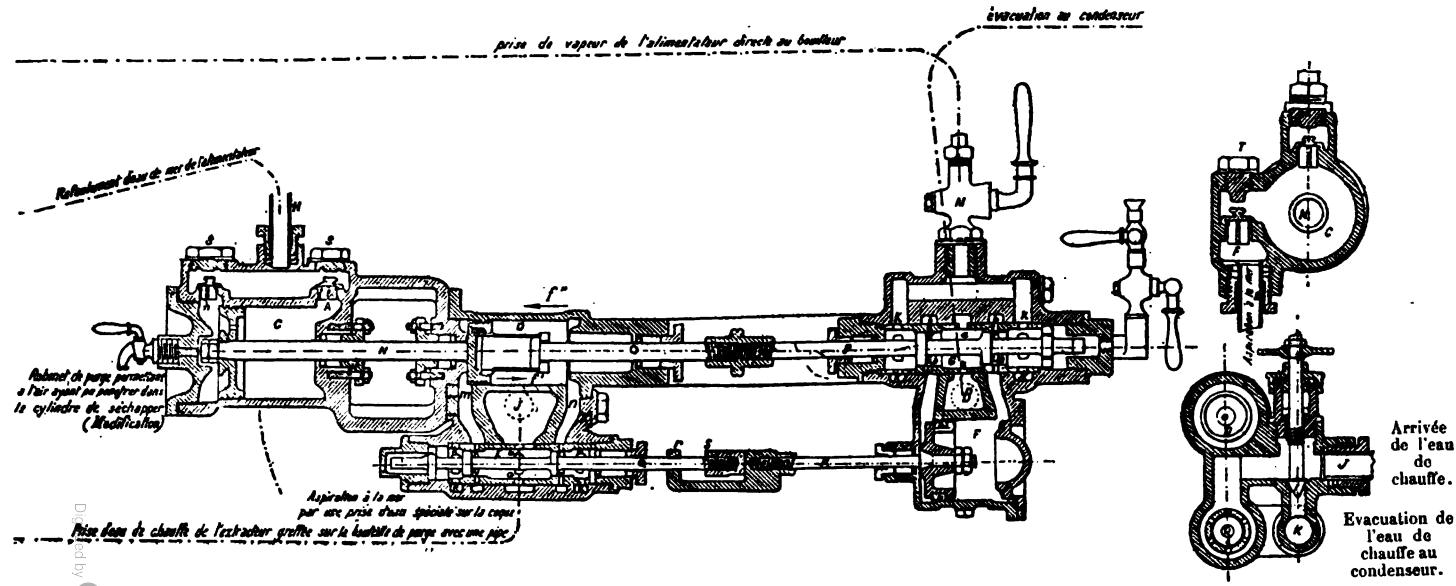


Fig. 206, vue 4. — Extracteur.

Digitized by Google

Si, pour une cause quelconque, le tiroir extracteur était à mi-course lors de la mise en marche, il suffira de le déplacer à la main.

4° BOUILLEUR WEIR

(Fig. 207, vues 1 et 2.)

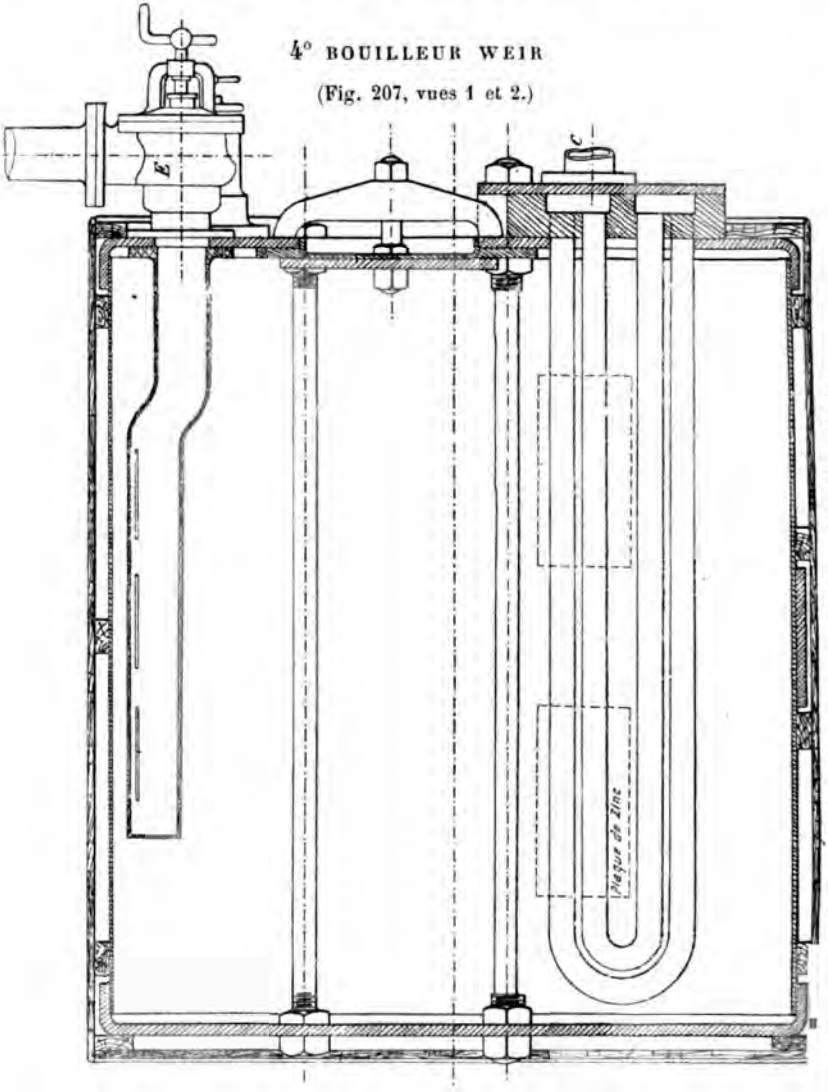


Fig. 207, vue 1. — Bouilleur Weir.

C, arrivée de vapeur.
E, évacuation de la vapeur formée.
R, extraction de surface et de fond.
S, soupape de sûreté.
A, régulateur d'alimentation.
Td, tube de niveau d'eau.
M, manomètre de pression de la vapeur formée
Mt — — — réchauffante.
P, purge au condenseur de l'eau de chauffe.
V, vidange du serpentin à la cale.

Google

Le bouilleur Weir se compose d'un cylindre en laiton formant réservoir de vapeur produite et d'eau à évaporer.

Sur une plaque de bronze rapportée sur la façade en C, viennent

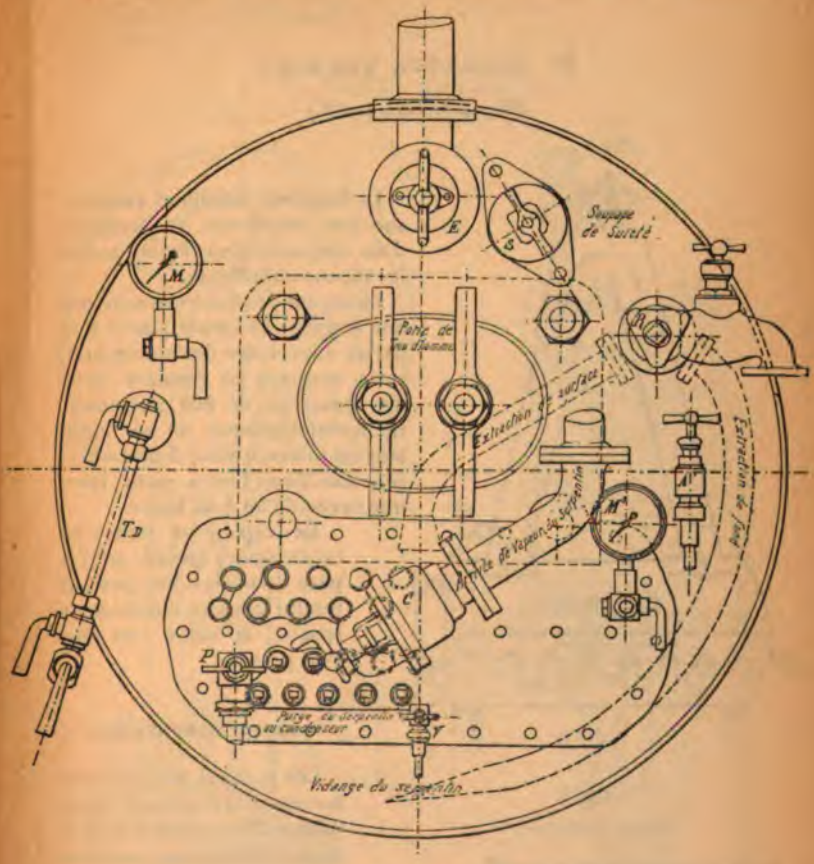


Fig. 207. — Vue 2.

se dudgeonner des tubes en U se prolongeant dans la capacité cylindrique. On remplit d'eau de mer, à mi-hauteur du tube TB, le bouilleur. La vapeur de chauffe est amenée dans les tubes en V et par son extérieur chauffe l'eau de mer. L'eau de chauffe se condense et abandonne ainsi toute sa chaleur latente de vaporisation.

Digitized by Google

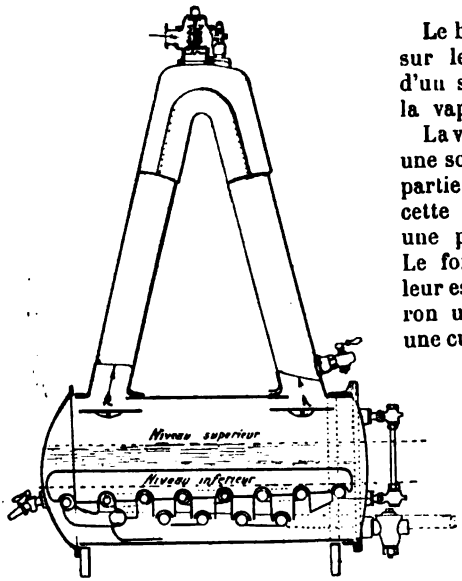
La vapeur produite par le bouilleur est envoyée dans une boîte de détendeur ou au condenseur.

La figure fait très bien comprendre les accessoires de l'appareil.

5° BOUILLEUR NORMAND

(Fig. 208, vues 1 et 2.)

VUE 1.



VUE 2.

Coupe horizontale.

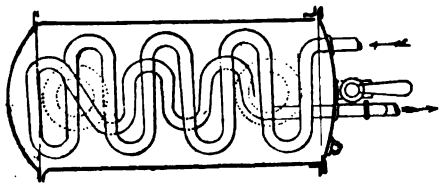


Fig. 208, vues 1 et 2. — Bouilleur Normand.

Le bouilleur Normand employé sur les torpilleurs se compose d'un serpentin dans lequel arrive la vapeur chauffante.

La vapeur produite s'évacue par une soupape de sûreté placée à la partie supérieure des collecteurs, cette soupape se soulève sous une pression de 600 grammes. Le fonctionnement de ce bouilleur est intermittent; il faut environ une demi-heure pour faire une cuvée de 30 à 40 litres.

La vapeur se remet au condenseur, quand on répare les portes. Elle peut se rendre dans un condenseur spécial, si cette eau doit être potable.

POMPES ALIMENTAIRES

Les pompes alimentaires servent à envoyer aux chaudières l'eau nécessaire à la vaporisation, pour remplacer celle qui a été vaporisée pour la consommation des machines principales, des machines auxiliaires, celle qui est perdue par les extractions, par les fuites diverses et pertes par les purges.

Digitized by Google

Elles sont de différents systèmes :
1° Petits chevaux ;
2° Thirions (fig. 3) ;
3° Pompe Tangye (fig. 4) ;
4° Pompe Learnd et Leed ;
5° Giffards.

1° PETITS CHEVAUX

VUE 1. (Fig. 209 et 210.) VUE 2.

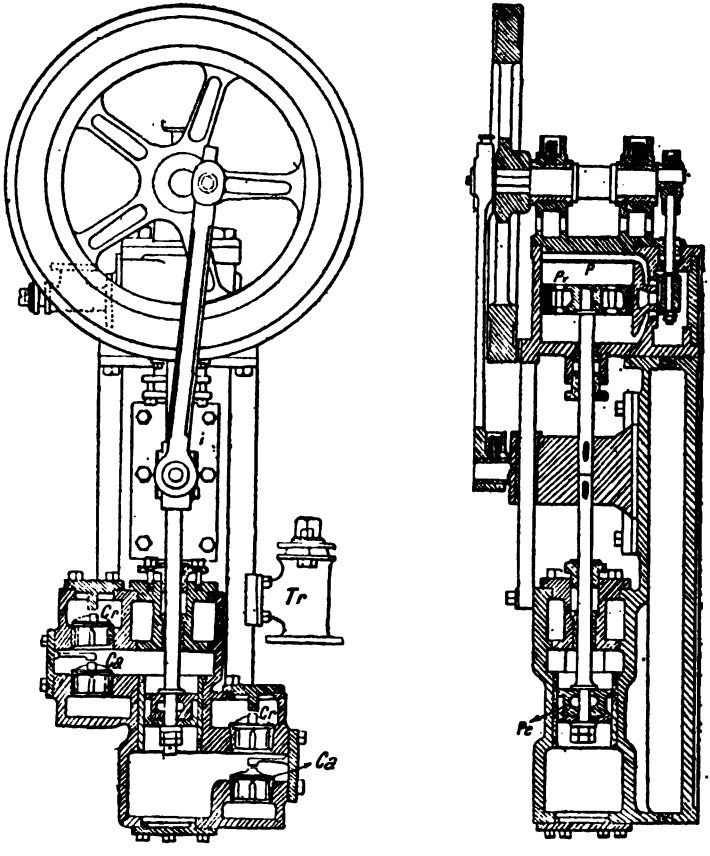


Fig. 209, vues 1 et 2. — Petit cheval du Creusot.

Ca, aspiration.
Cr, refoulement.
Tr, tuyau de refoulement.
Pv, piston à vapeur.
Pe, piston à eau.

Digitized by Google

Les pompes dites petits chevaux sont les premières pompes alimentaires employées dans la marine, commandées par la vapeur à l'aide d'organes simples.

Elles sont de deux types, le type du Creusot (fig. 209, vues 1 et 2)

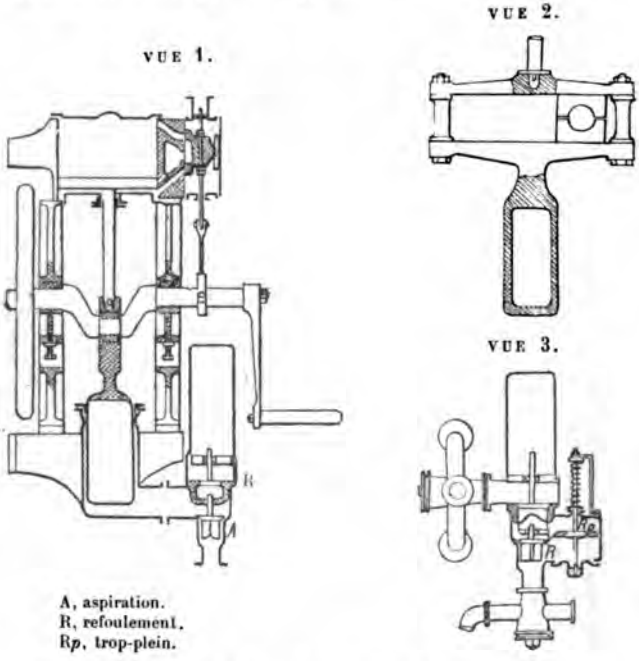


Fig. 210, vues 1, 2 et 3. — Petit cheval Forges et Chantiers.

et le type des Forges et Chantiers (fig. 210, vues 1, 2 et 3). Dans les deux modèles la seule différence existant consiste surtout dans la commande du piston plongeur de la pompe.

Les croquis ci-joints feront comprendre très bien leur fonctionnement.

2° THIRION

(Fig. 211, vues 1, 2, 3 et 4.)

La pompe Thirion est certainement l'une des pompes alimentaires qui rendent les meilleurs services.

Elle se compose d'un piston à vapeur P*v*, d'un piston à eau P*e* et

Digitized by Google

de deux cylindres C et C'; le cylindre à vapeur est venu de fonte avec le bâti commun *f* qui repose sur un massif en bois; tandis que le second P*e* est en bronze et fixé sur le même bâti par quatre boulons. Le cylindre C a ses deux plateaux démontables et munis de robinets

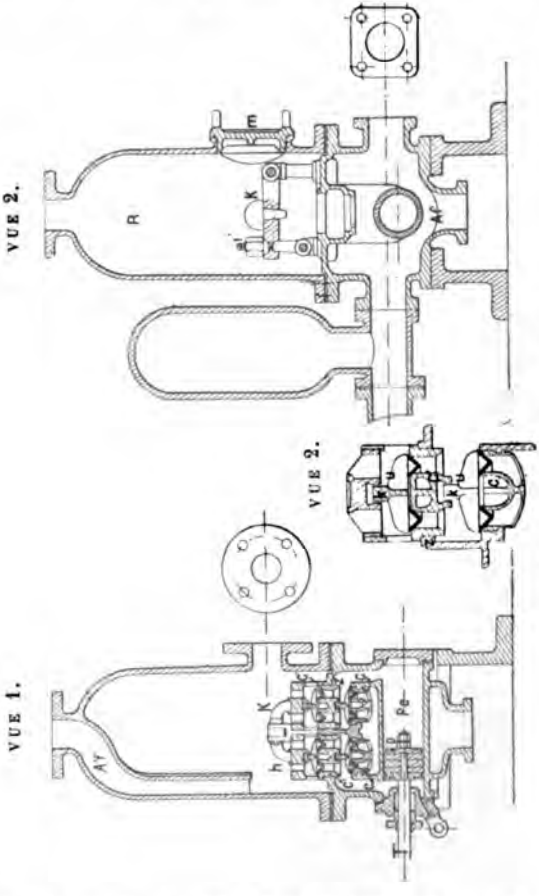


Fig. 211, vues 1, 2 et 3. — Thirion.

de purge, il porte sur le côté la boîte à tiroir qui reçoit la vapeur par le tuyau V et la soupape *v*. L'échappement se fait à l'air libre ou au condenseur par le conduit Q. Le tiroir est en coquille, entouré d'un cadre réuni à la tige, il s'applique sur la glace du cylindre au moyen du ressort parabolique, il reçoit directement son mouvement d'un excentrique, monté sur l'arbre. A cet effet la bielle *g* est articulée,

Digitized by Google

sur le bouton d'entraînement de la tige, lequel bouton porte un sabot guidé par une glissière.

Le corps de pompe C' est venu de fonte avec la boîte à clapets; ses deux plateaux sont démontables et munis de robinets, son piston P*e* est muni de rondelles de bois emprisonnées dans deux disques en bronze, sa tige en acier T' est garnie d'une chemise en bronze et vient se fixer comme la tige T sur la deuxième branche verticale du cadre D.

Les clapets d'aspiration *c*, et de refoulement *c'*, métalliques et annu-

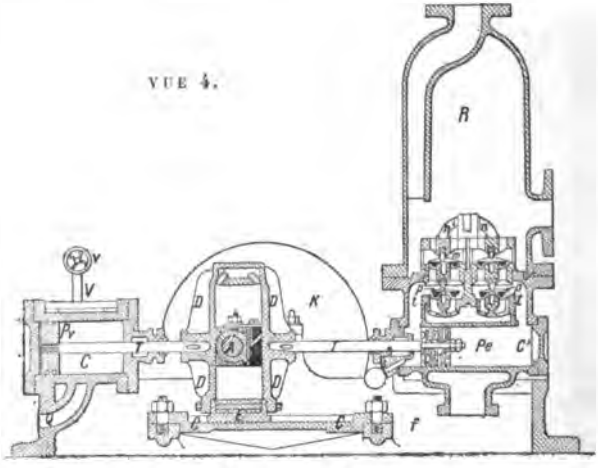


Fig. 211. — Vue 4.

laires sont au nombre de quatre et placés deux à deux exactement au-dessous l'un de l'autre de la manière suivante : Les sièges *s* des clapets d'aspiration sont rapportés, ceux *s'* des clapets de refoulement portent, venue du même jet une boîte percée de fenêtres latérales pour le passage de l'eau et servent de butoirs aux clapets d'aspiration correspondants. Cette boîte sur la partie supérieure de laquelle se taraude le butoir à croisillon K du clapet de refoulement est munie d'un épaulement qui s'appuie avec joint étanche sur la cloison Z. Les tiges *u* qui guident les clapets tant d'aspiration que de refoulement glissent dans des douilles ménagées à cet effet au centre des sièges *s* et des butoirs K. Au moyen du boulon à chape *i'* d'un deuxième boulon articulé on serre la griffe à charnière *h* dont les deux branches pressent les butoirs *k* et maintiennent les clapets en place. D'un autre côté la visite des clapets est très facile, il suffit d'ouvrir la porte *m* de desserrer l'écrou *i'* et d'enlever la griffe *h*, pour sortir en même

Digitized by Google

temps les clapets de refoulement et leurs tiges, ceux d'aspiration s'enlèvent ensuite.

Le corps de pompe C' communique avec la boîte à clapets par les conduits *t*; à l'aspiration, l'eau arrivant par les tuyaux et compartiment A*f*, soulève les clapets *c*; au refoulement les clapets *c'* laissent passer l'eau dans le réservoir à air R puis dans le tuyau A'*f*, d'où elle est distribuée soit aux chaudières, soit sur le pont.

Les pompes Thirion, en dehors de l'alimentation aux chaudières, servent aussi à refouler l'eau de mer au collecteur d'incendie, à épuiser l'eau de la cale, etc.

POMPE TANGYE

(Fig. 212, vues 1, 2 et 3.)

Cette machine est caractérisée par l'absence de bielle, manivelle ou excentrique. Le mouvement alternatif du piston est obtenu automatiquement, ainsi que nous allons le voir :

L'appareil comprend trois parties : le moteur à vapeur, la pompe et le bâti, servant en même temps de plaque de fondation.

Le moteur à vapeur se compose d'un cylindre en fonte C*y*, dans lequel se meut à frottement doux un piston P, garni de deux bagues en acier. Le piston est terminé de chaque côté par une partie tronconique ; la tige de piston en bronze, est reliée directement au piston de la pompe, qu'elle est appelée à conduire.

La glace du cylindre porte trois orifices : deux pour l'introduction, o_1 et o_2, et le troisième *e*, pour l'évacuation. La vapeur arrive dans la boîte à tiroir B par l'orifice V, l'évacuation se fait au condenseur. Le tiroir T présente deux coquilles dans le sens de sa longueur. Quand il est à mi-course, la barrette du milieu bouche l'orifice d'évacuation et les deux coquilles recouvrent les orifices d'introduction ; le tiroir intercepte, par suite, toute communication avec le cylindre.

La boîte à tiroir B, placée au-dessus du cylindre, porte à ses deux extrémités une partie cylindrique et polie c_1 et c_2, dans laquelle glissent à frottement doux deux pistons F_1 et F_2 ; les deux pistons sont reliés par une même tige; cette tige porte en son milieu un cadre, qui embrasse le dessus du tiroir et le lie intimement à son mouvement. Le dos du tiroir porte une mâchoire dans laquelle est engagé un doigt *d*, manœuvré par un levier L. La manœuvre du doigt *d* permet de conduire le tiroir à bout de course dans les deux sens. La mâchoire du tiroir est cependant assez longue pour que cet organe puisse accomplir toute sa course, sans toucher au doigt de manœuvre, quand ce dernier est vertical.

Chaque extrémité du cylindre à vapeur C*y* communique avec les extrémités correspondantes des cylindres C_1 et C_2 de la boîte à tiroir, par les tuyaux a_1 et a_2. Au repos, la communication est interceptée

Digitized by Google

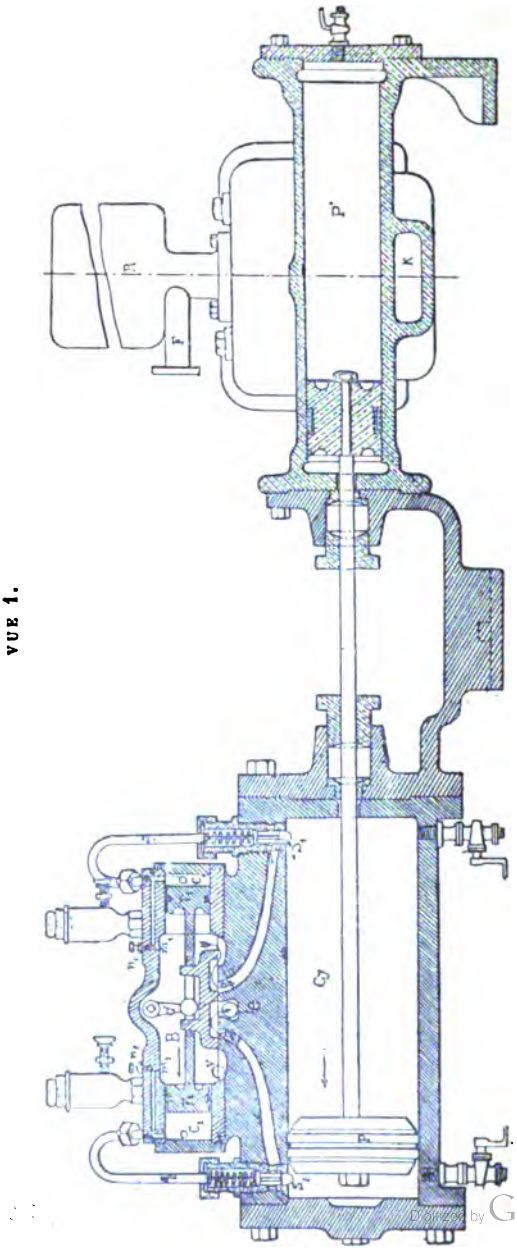


Fig. 212. — Vue 1.

Digitized by Google

par les soupapes S_1 et S_2, dont les extrémités inférieures des guides sont arrondies et dépassent légèrement la paroi du cylindre C*y*. Ces soupapes sont chargées par des ressorts à boudin capables d'équilibrer la pression intérieure du cylindre.

La boîte à tiroir B communique, d'autre part, avec les extrémités des cylindres C_1 et C_2, par les canaux m_1 et m_2, dont l'ouverture peut être réglée par les vis pointues n_1 et n_2.

Cela posé, si après avoir purgé et réchauffé le cylindre, on manœuvre le tiroir à la main, de manière à le porter à son extrémité de course à droite, par exemple, comme il est représenté par le dessin, la coquille de droite de cet organe met l'orifice o_1 en communication avec la vapeur de la boîte à tiroir, et l'orifice o_2 en communication

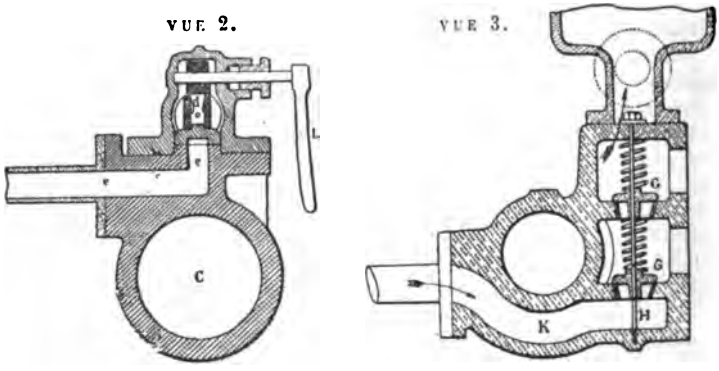


Fig. 212. — Vues 2 et 3.

avec le condenseur. Les cylindres C_1 et C_2 de la boîte à tiroir, recevront, d'autre part, la vapeur de la boîte à tiroir, qui leur arrive par les canaux m_1 et m_2. Quelle que soit la position du piston P, il sera poussé vers le fond. En arrivant à bout de course, le piston va passer sous la soupape S_2; la soulever, mettre le cylindre C_2 de la boîte à tiroir en communication avec le condenseur et, par suite, produire une dépression dans ce cylindre. La pression de la boîte à tiroir agissant en C_1, va pousser le piston F_1 sur la gauche, entraînant le tiroir T dans une position symétrique, à gauche de celle qu'il occupait à droite. L'orifice o_2 recevra la vapeur affluente et l'évacuation se fera par l'orifice o_1, ainsi que pour le conduit *e*, allant au condenseur. Le piston va revenir sur la droite jusqu'au moment où il rencontrera la soupape S_1, dont l'ouverture produira l'évacuation au condenseur de la vapeur de C_1. Mais le cylindre C_2 s'est rempli de vapeur en arrivant par m_2, à la pression de la boîte à tiroir B; cette vapeur poussera le piston p_2 à droite et le tiroir T occupera de nouveau sa

Digitized by Google

position primitive. La vapeur arrivera au cylindre Cy par l'orifice o_1, l'évacuation aura lieu par o_2 et le piston cheminera de droite à gauche, jusqu'à ce qu'il rencontre la soupape S_2 et ainsi de suite. Le mouvement alternatif du piston sera ainsi obtenu automatiquement par le jeu des soupapes S_1 et S_2.

La pompe Pe est à double effet et surmontée d'un réservoir d'air R. L'aspiration se fait en K (coupe transversale), le refoulement en F. Les clapets G, chargés par des ressorts, sont guidés sur une tige commune H.

Cet appareil exige des soins particuliers; il est, dans toutes ses parties, d'une extrême délicatesse, ce qui influe parfois d'une manière désavantageuse sur son bon fonctionnement.

Il faut faire marcher les pistons de la boîte à tiroir tous les jours et les visiter de temps en temps. Il faut aussi visiter les soupapes du cylindre à vapeur pour s'assurer que le bout qui dépasse la paroi n'est pas usé par le frottement du piston. Au début de la marche, il faut desserrer les vis pointues n_1 et n_2 et les régler pendant le fonctionnement.

La pompe a également besoin d'être visitée souvent, surtout si l'on s'est trouvé dans l'obligation de s'en servir pour pomper l'eau des drains. Son amorçage demande aussi quelques précautions. Quand on veut refouler à la chaudière, il faut d'abord refouler à l'air libre, puis fermer brusquement le robinet à la mer et ouvrir à la chaudière, quand la pompe est amorcée.

L'avantage de cette machine est d'être peu encombrante et de n'exiger aucune surveillance quand elle est en marche. Son débit est de 28,000 litres à l'heure.

4° POMPE LEED

(Fig. 213.)

Le système des pompes à vapeur Leed et Learnd, pour alimentation et incendie est d'un modèle nouveau.

L'appareil comprend deux cylindres moteurs, horizontaux, placés côte à côte et dont les tiges de piston actionnent directement les pistons plongeurs de deux pompes à double effet, placées sur le prolongement des cylindres. Il n'existe pas d'arbre de couche; le tiroir de chaque cylindre à vapeur est conduit au moyen d'un système de leviers, par la tige du piston de l'autre cylindre. Ces systèmes de leviers sont placés entre les cylindres et les pompes. Il n'existe aucune autre transmission de mouvement; les corps de pompe sont, par suite, très rapprochés des cylindres et l'appareil prend peu de place en longueur.

Le fonctionnement de la pompe Leed se comprend aisément; mais il est un point sur lequel il importe d'appeler l'attention : les

Digitized by Google

mouvements des pistons moteurs et des tiroirs de leurs cylindres. Chaque tige de piston conduit, par l'intermédiaire des leviers dont il a été question, le tiroir de l'autre cylindre. Les deux organes conjugués commencent et terminent leur course en même temps, et sont de plus, simultanément en un même point de leur parcours, la

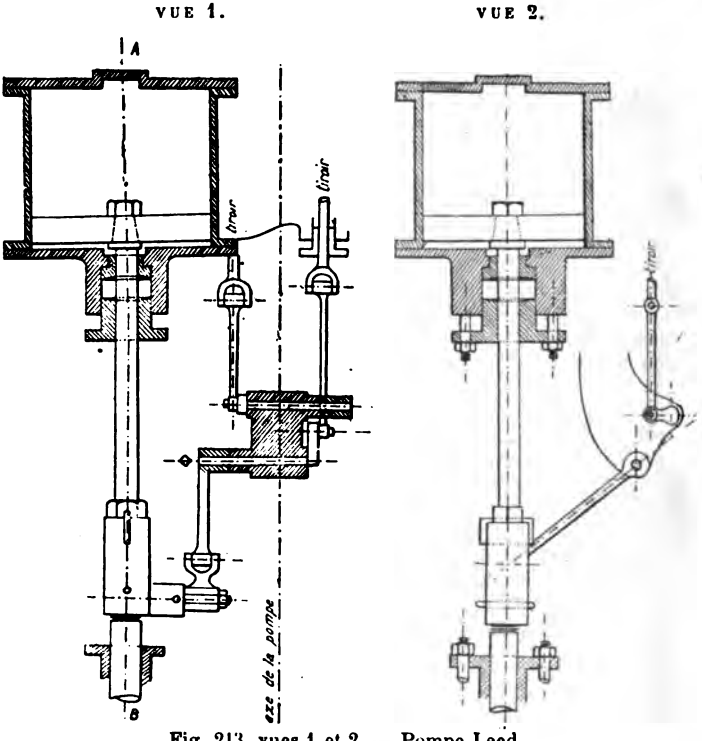


Fig. 213, vues 1 et 2. — Pompe Leed.

course du tiroir étant d'ailleurs convenablement réduite par la transmission de mouvement. Les tiroirs n'ont pas de recouvrements, ce qui correspond à un angle de calage de 90°; le tiroir doit, par suite, être à mi-course quand le piston correspondant est au point mort, et inversement. Ce résultat est obtenu en plaçant l'un des pistons moteurs au point mort et l'autre à mi-course. Toutefois, comme les mouvements des pistons moteurs ne sont liés par aucune pièce matérielle, il peut arriver, pendant le fonctionnement, que les mouvements relatifs des deux pistons varient légèrement; mais l'écart ne peut être

Digitized by Google

que très faible, et doit d'ailleurs bien vite être corrigé. En effet, si l'un des pistons arrive au point mort avant le temps, ce piston ne

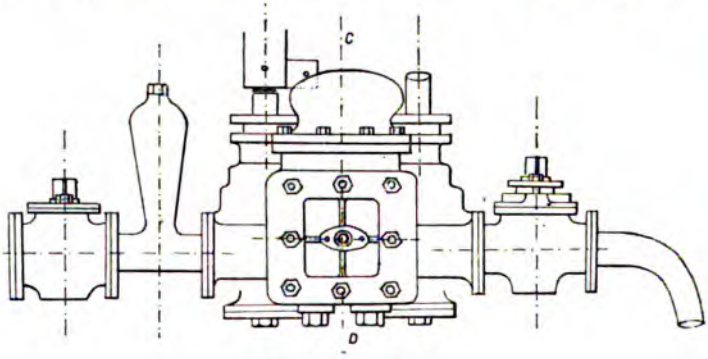


Fig. 213. — Vue 3.

pourra pas repartir avant que l'autre arrive à mi-course, car c'est seulement à ce moment que s'ouvriront les orifices d'introduction et

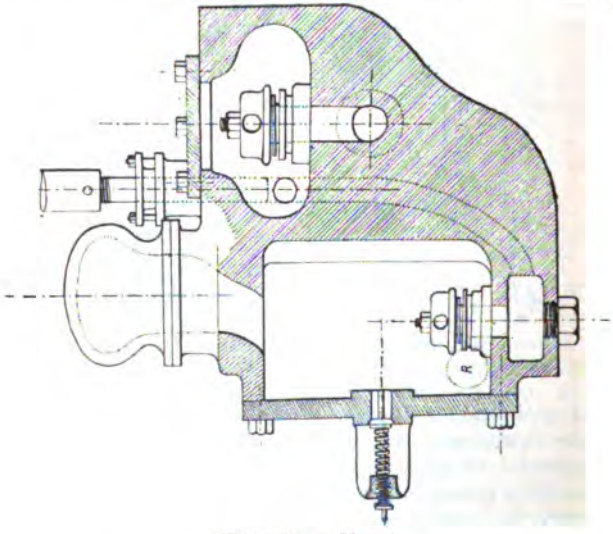


Fig. 213. — Vue 4.

d'évacuation. Si l'un des pistons se trouvait en retard, les orifices s'ouvriraient avant qu'il ait terminé sa course ; ce piston rebrousserait

Digitized by Google

chemin et se retrouverait, par suite, en avance au point mort suivant, d'où il ne partirait qu'à l'arrivée à mi-course du piston de l'autre cylindre.

Dans une machine ordinaire, la manivelle limite la course du piston dans son cylindre et l'empêche de venir butter contre le fond de cet organe. C'est pour remplacer, à ce point de vue, l'action de la manivelle, que les orifices d'évacuation sont distincts des orifices d'introduction et débouchent à une certaine distance du fond du cylindre. Le piston arrivant près de sa fin de course, bouche l'orifice d'évacua-

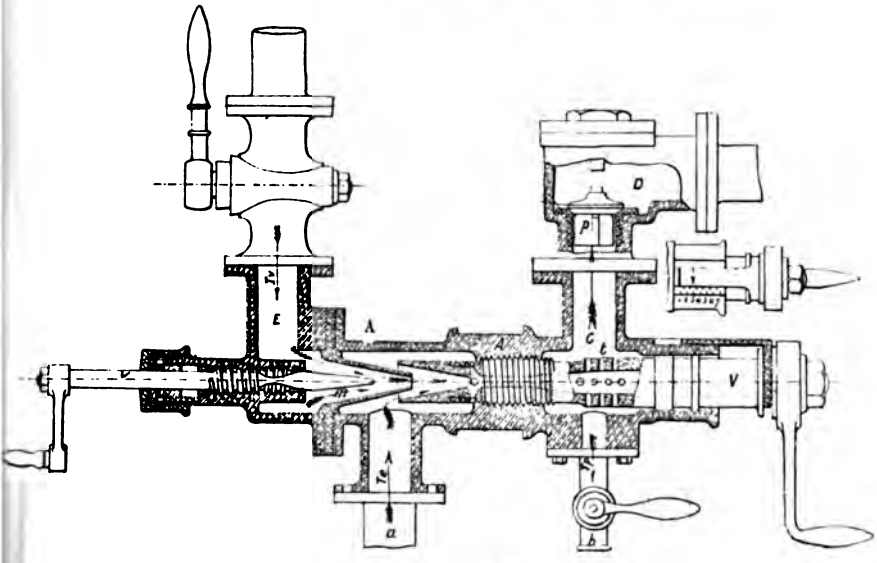


Fig. 214. — Giffard.

tion et il y a compression de la vapeur emprisonnée dans le cylindre, depuis le piston jusqu'au tiroir qui bouche encore l'orifice d'introduction. La position de l'orifice d'évacuation est déterminée pour que la vapeur comprimée atteigne une tension égale à celle qui existe dans la boîte à tiroir, avant que le piston vienne toucher le fond du cylindre. Ainsi, d'après la loi de Mariotte, la tension de la vapeur comprimée atteindrait 8 atmosphères, le piston ayant 4 millimètres à parcourir pour venir toucher le fond du cylindre. Comme les machines ne fonctionnent qu'à 5 atmosphères de pression maximum, l'arrêt du piston est assuré sans chocs. Bien qu'il ne puisse y avoir aucun inconvénient à ce qu'il en soit autrement, la garniture du pis-

Digitized by Google

ton est assez large pour ne jamais dépasser l'orifice d'évacuation. Beaucoup de ce système de pompes sont verticales au lieu d'être horizontales.

5° GIFFARD

(Fig. 214.)

L'injecteur Giffard, dans la marine, est employé seulement dans les canots. Il se compose d'un corps cylindrique A portant trois tubulures; l'une *a*, sert à l'aspiration de l'eau d'alimentation, l'autre *b*, à purger l'appareil et la dernière *c*, au refoulement de l'eau d'alimentation. Une boîte en bronze D est rapportée sur la tubulure C et contient un clapet de retenue *p*. Une autre boîte E est rapportée sur le bout du corps cylindrique A. Une vis *v* passe dans une partie filetée de la boîte *t*. Une tuyère *m* est maintenue entre E et A. Une vis creuse V est vissée dans le corps cylindrique A et sert à limiter l'alimentation. L'aiguille *v* règle l'arrivée de vapeur.

Le fonctionnement de l'appareil est des plus simples. La vapeur passant par la tuyère *m* entraîne l'eau d'alimentation par *a*. Cette eau passe dans la vis V et passant par les trous *t*, abandonne ainsi une puissance vive considérable avant de se rendre dans la chaudière par C et D.

ÉJECTEURS

ÉJECTEUR-POMPE

(Fig. 215.)

L'éjecteur-pompe ou giffard de cale est d'une construction beaucoup plus simple que celle de l'injecteur d'alimentation; il ne comporte que deux pièces principales : l'appendice ou tuyère conique C par laquelle s'écoule la vapeur venant de la chaudière, par le tuyau T, et le cône enveloppe B où afflue l'eau de cale par le tuyau T*a* portant une crépine à son extrémité. Cette eau s'élève dans le tuyau T*o* sous l'action des pressions qui la sollicitent; elle entoure la tuyère C, condense en partie la vapeur; sa vitesse augmente dans la tubulure conique B, et la veine liquide provenant du mélange de l'eau avec la vapeur condensée est rejetée directement à la mer par le tuyau T'.

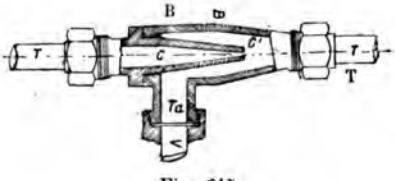


Fig. 215.

Digitized by Google

Un robinet placé sur le tuyau de vapeur T règle la quantité de vapeur dépensée, de même que la rapidité de l'écoulement. Dans les appareils des canots, cet instrument est généralement placé sur le trajet du tuyau du robinet dit de décharge au moyen duquel on évacue à l'extérieur, l'excès de vapeur produite par la chaudière, principalement quand la machine est stoppée.

ÉJECTEUR FRIEDMANN

(Fig. 216.)

Dans cet appareil d'épuisement de cale la vapeur est lancée par la tuyère A, et l'eau monte par le tuyau C, muni d'une crépine. Cette eau pénètre dans le compartiment D et vient former la veine liquide en s'introduisant dans la circulation par une série de cônes emboîtés l'un dans l'autre et séparés par un espace vide tronconique; le plus petit des cônes étant placé immédiatement après la tuyère A.

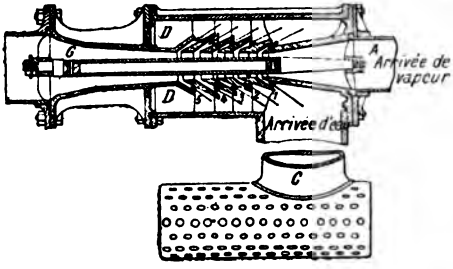


Fig. 216. — Friedmann.

L'eau qui pénètre dans le cône 1 reçoit directement sa vitesse de la vapeur, et il se forme une veine qui agit par entraînement sur les cônes suivants jusqu'au dernier 5.

Enfin la veine liquide ainsi formée pénètre dans le tube divergent G et est envoyée à la mer.

Pour diverses causes la vitesse de translation de la veine liquide qui traverse les cônes diminue depuis son entrée jusqu'à sa sortie; il suffit qu'à ce dernier point, elle soit encore suffisante pour la hauteur à laquelle l'eau doit être élevée. Cet appareil est d'une grande simplicité; il consomme il est vrai beaucoup de vapeur, mais il peut élever de très grandes quantités d'eau, ce qui le rend précieux en cas d'une voie d'eau considérable.

ÉJECTEUR PÉTAU

(Fig. 217.)

Cet éjecteur n'est autre chose qu'un giffard pour exhaussement. La vapeur sèche fournie par une chaudière arrive par le tuyau T*v*, au

Digitized by Google

centre d'une capacité sphérique A, et se projette dans l'axe d'un tube divergent TC. Cette vapeur entraîne l'air qui remplit la capacité A et produit une action aspirante dans les deux tuyaux T*a*, T*a*, dont les extrémités inférieures plongent dans la cale. Par suite de la raréfaction de l'air, l'eau s'élève dans les tuyaux T*a*, atteint le jet de vapeur, et le condense en recevant de lui une certaine force vive. La veine ainsi formée s'élance dans le tube divergent TC, passe dans le tuyau D et se déverse à la mer. Le robinet obturateur placé sur le tuyau D est fermé lorsque l'instrument ne fonctionne pas.

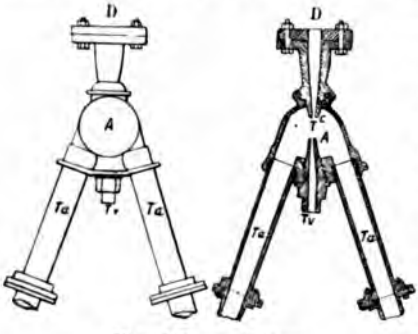


Fig. 217. — Pétau.

Cet appareil pourrait être employé pour l'incendie, si un embranchement placé sur le tuyau D y était installé, et s'il existait une prise d'eau à la mer.

L'installation de ce siphon pour l'incendie peut être avantageuse; l'eau ne peut pas, il est vrai, être élevée à de grandes hauteurs, mais il suffit qu'elle monte sur le pont pour qu'on puisse, de là, envoyer l'eau refoulée sur le lieu incendié.

Cet appareil peut débiter à l'heure 20 mètres cubes.

PULSOMÈTRE DE HALL

(Fig. 218.)

Le pulsomètre est formé d'une seule pièce de fonte comprenant : deux chambres travaillantes A, A', une chambre d'aspiration D, une chambre de refoulement H, un réservoir d'air B, placé au-dessus de la chambre d'aspiration et un conduit de vapeur où se réunissent les cols des deux chambres travaillantes.

Un tuyau d'aspiration *t* et un tuyau de refoulement *t'*, sont réunis aux brides correspondantes T et T'. Chaque chambre travaillante A et A' est séparée de celles d'aspiration D et de refoulement H par les clapets *b*, *b'* pour l'aspiration, et *d*, *d'* pour le refoulement. A la tête du tuyau d'aspiration *t* se trouve un clapet de retenue.

Les compartiments A, A' et B sont munis chacun d'une soupape atmosphérique *r*, *r'*, *r''*, de plus le réservoir d'air B est surmonté d'un bouchon *p* destiné à faire le plein de l'appareil.

Digitized by Google

Fonctionnement. — La figure démonstrative ci-contre permet d'étudier le fonctionnement de l'appareil d'une manière plus facile.

Si l'on suppose le pulsomètre amorcé, c'est-à-dire les deux chambres A et A' en partie pleines d'eau, le fonctionnement de l'appareil à un moment quelconque de sa marche sera le suivant :

La soupape de vapeur *c* est appliquée soit à droite, soit à gauche et ferme par conséquent un des deux conduits ; supposons que ce soit celui de la chambre A'. La vapeur agit sur l'eau qui remplit A et la chasse dans le tuyau de refoulement *t'* par le clapet *d;* le niveau de l'eau s'abaisse dans ce compartiment A et à un certain moment, la surface de contact de l'eau et de la vapeur, qui va toujours en gran-

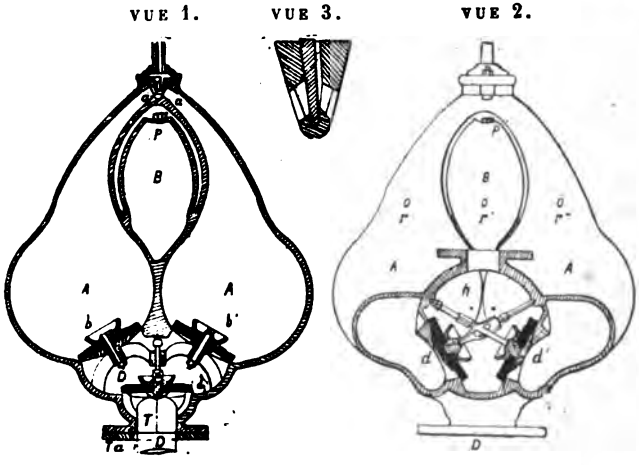


Fig. 218, vues 1, 2 et 3. — Pulsomètre.

dissant à mesure que le niveau s'abaisse, est telle, qu'il y a condensation de la vapeur. Cette condensation est activée par un petit jet d'eau relativement froide qui passe par un petit trou *a'*, *a''* faisant communiquer la chambre de refoulement H avec la chambre travaillante un peu au-dessus du clapet. La vapeur n'arrivant plus en assez grande quantité pour que la pression se maintienne, à un moment donné, l'eau étant complètement expulsée, la vapeur sort elle-même par le clapet *d*, ce qui produit une dépression subite. Par suite la soupape de vapeur *c*, étant soumise du côté A' à la pression de l'air entré par la soupape atmosphérique *r''* pendant la condensation dans cette chambre, oscille de droite à gauche, sous la différence de deux pressions en ouvrant à la vapeur le compartiment A' et fermant le compartiment A. La vapeur agit aussitôt sur l'eau contenue dans A pour la chasser à son tour. Pendant ce temps la condensation con-

Digitized by Google

tinue en A, un vide partiel s'y crée, et l'eau poussée par la pression atmosphérique soulève les clapets de retenue *a* et d'aspiration *b* pour venir remplir cette chambre A. Le compartiment de gauche A' est vidé par le tuyau de refoulement *t'*, pendant que celui de droite A se remplit par l'aspiration *t*. Après quelques instants la soupape de prise de vapeur C reprend la position qu'elle avait au début et le jeu de l'appareil continue avec une vitesse de 50 à 100 pulsations simples à la minute.

Le réservoir d'air B et les soupapes atmosphériques *r*, *r'*, *r''* ont pour but d'éviter les chocs qui résulteraient de l'arrivée subite de l'eau dans les chambres à long col, par le fait du vide produit par la condensation de la vapeur.

Amorcer l'appareil. — Pour amorcer l'appareil il suffit d'ouvrir et de refermer précipitamment la petite soupape S d'admission de vapeur, de laisser la vapeur se condenser dans A et A' et de refroidir le tout pour que l'aspiration ait lieu. Après une attente de quelques minutes, on peut mettre définitivement en marche, mais il est préférable d'enlever le bouchon *p*, pour remplir en partie d'eau A et A', de replacer le bouchon *p* et de mettre en marche en ouvrant simplement la soupape S. Dans l'un et l'autre cas, il faut avoir soin de vider préalablement le tuyau *t'* pour que la première eau refoulée n'y trouve pas de résistance. Le travail du pulsomètre est très régulier, les expériences ont prouvé qu'après avoir réglé l'ouverture d'arrivée de vapeur S et celle des soupapes atmosphériques *r*, *r'*, *r''*, le volume d'eau enlevé à la minute ne varie pas de 1 p. 100 pendant des journées entières. A chaque oscillation de la soupape de vapeur *e*, le volume extrait est à peu près égal à celui de l'eau contenue dans l'une ou l'autre des deux chambres A et A'; de plus le nombre d'oscillations reste constant s'il n'existe pas de fuite dans le tuyau d'aspiration *t* (on peut faire varier le nombre de pulsations du simple au double, en manœuvrant convenablement la soupape de prise de vapeur).

Le pulsomètre paraît être préférable aux éjecteurs, car il élève beaucoup moins la température de l'eau; mais, comparé aux pompes ordinaires, il dépense trois fois plus de vapeur que celles établies dans de bonnes conditions. D'un autre côté, il a sur ces dernières les avantages suivants :

1° Il n'exige qu'une faible dépense d'installation; 2° il occupe fort peu d'espace; 3° l'usure de ses organes est presque nulle, et enfin 4° il est utilisable pour élever non seulement de l'eau mais encore tous les liquides gras et épais; 5° il peut être placé à une profondeur assez grande, étant donné le peu d'encombrement. Le pulsomètre est donc d'un emploi avantageux sur les pompes pour les épuisements.

L'appareil est habituellement construit en fonte avec des clapets en caoutchouc; mais ces derniers doivent être remplacés par des boulets soupapes en métal, même pour l'arrivée de la vapeur, quand

Digitized by Google

le pulsomètre est appelé à exhausser des liquides épais ou de l'eau à une température assez élevée.

Dans la mise en place du pulsomètre, il faut observer les règles suivantes : 1° limiter à 6 ou 7 mètres la hauteur de l'aspiration, il est même préférable de se tenir entre 4 mètres et 6 mètres ; 2° tenir la hauteur de refoulement un peu au-dessous de la pression de la vapeur dont on dispose pour actionner l'appareil.

PURGEURS AUTOMATIQUES

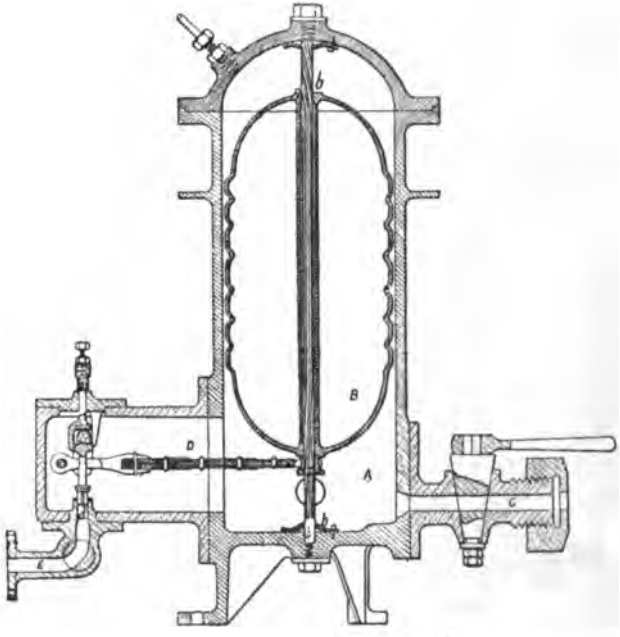


Fig. 219. — Purgeur Normand.

Les purgeurs automatiques sont des appareils destinés à expulser les eaux ou les graisses, selon le cas, d'un fluide quelconque, et cela d'une façon automatique.

1° PURGEUR NORMAND

(Fig. 219.)

Il se compose d'un réservoir A, dans lequel se trouve un flotteur B,

Digitized by Google

cylindre creux en tôle. Ce cylindre peut glisser le long d'un axe *b* portant des rainures hélicoïdales. L'eau de purge des collecteurs des cylindres, etc., arrive par le conduit C dans le réservoir A, soulève peu à peu le flotteur B, celui-ci entraine le bras D formé de lamelles d'acier et servant à soulever une petite soupape *d* ; l'eau des purges par la pression existant dans A, part par E, au condenseur.

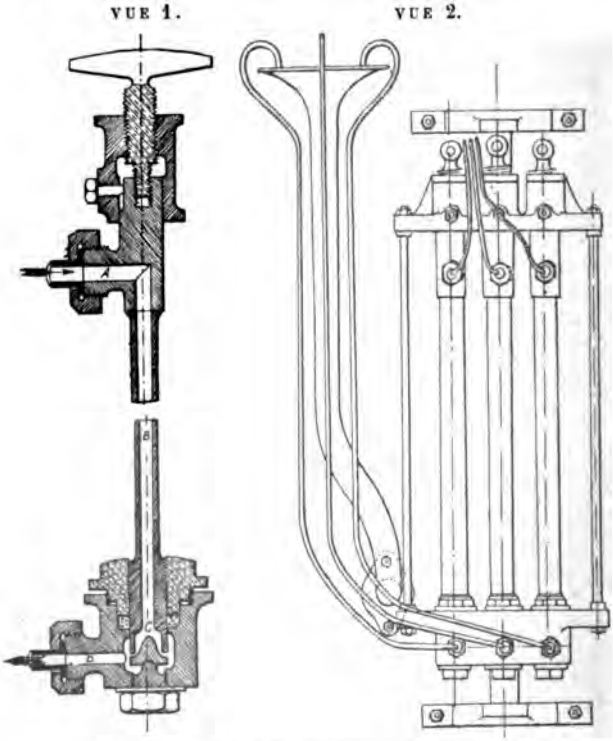


Fig. 220, vues 1 et 2. — Purgeur Thornycroft.

Ce purgeur est d'un usage courant sur les torpilleurs et donne de bons résultats.

2° PURGEUR THORNYCROFT

(Fig. 220.)

L'eau des cylindres et des collecteurs arrive par A, passe par le tube B et la soupape C, pour aller au condenseur par D. Quand il n'y

Digitized by Google

a que de la vapeur, le tube B s'échauffe, se dilate et appuie sur la soupape C et ferme alors toute communication avec le condenseur. Quand il y a de l'eau, le tube B se contracte et n'appuie pas sur la

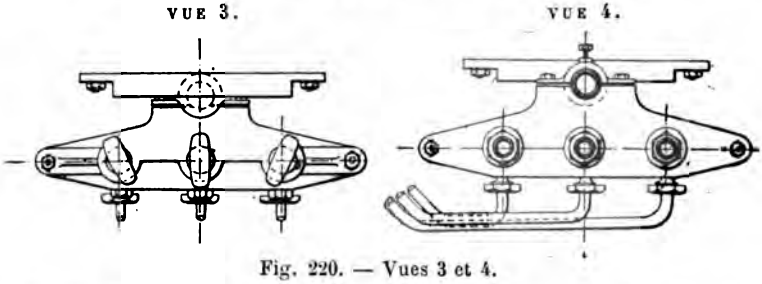


Fig. 220. — Vues 3 et 4.

soupape et il existe un passage libre entre la soupape et son extrémité. Ce système est très bon.

3° PURGEUR AUTOMATIQUE POUR POÊLES

(Fig. 221, vues 1, 2, 3.)

Ce système est basé sur le même principe que le précédent et n'en diffère que par quelques particularités de construction. La figure en fait suffisamment saisir le fonctionnement, *l* se dilatant fait descendre *g*.

La vue 2 représente un purgeur basé encore sur la dilatation, mais cette fois le corps dilatable est de l'alcool renfermé dans un cylindre de maillechort D. La capsule D augmentant de volume par suite de la dilatation de l'alcool, monte et appuie la soupape C contre l'orifice N.

4° PURGEUR AUTOMATIQUE POUR L'EXPULSION DES GRAISSES

(Fig. 222.)

La figure 222 montre suffisamment sa construction.

L'épurateur se monte verticalement. L'eau arrivant des pompes par le clapet D entre dans l'appareil et monte en suivant le cône B.

Les huiles entraînées montent à la surface de l'eau dans l'intérieur de A et elles sont refoulées à l'extérieur par la pression qui existe dans le récipient, elles s'écoulent par le robinet E à pointeau de réglage d'extraction d'huile.

Le robinet à pointeau se règle au moyen du volant ; une fois réglé, serrer l'écrou à l'oreille de sa tige pour fixer le pointeau.

L'eau épurée des corps gras est refoulée au générateur par le tuyau C qui prend l'eau à la partie inférieure du récipient B.

Digitized by Google

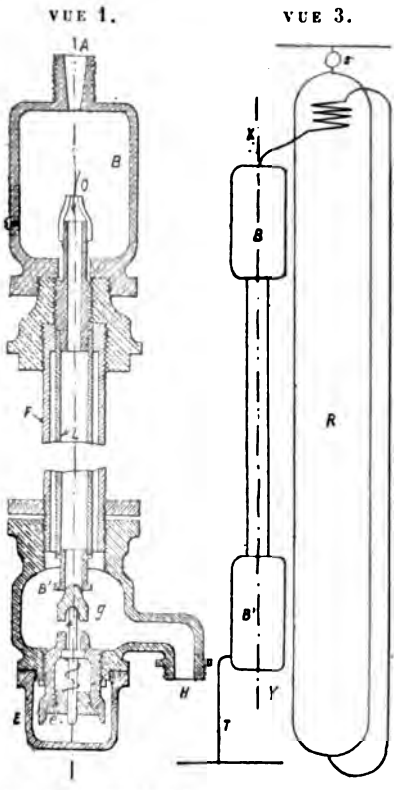


Fig. 221, vues 1 et 3. — Purgeur automatique sur le retour d'eau.

Légende de la figure 221, *vue* 1.

B B', boîtes en bronze.
A, orifice d'arrivée de vapeur dans le serpentin.
O, orifice d'arrivée de vapeur au purgeur.
F, tube en fer.
L, tube en laiton.
g, capsule obturatrice.
E, écrou de visite.
H, orifice d'écoulement de l'eau.
R, cylindre réchauffeur.
H, arrivée de vapeur au serpentin.
s, soupape de prise de vapeur du réchauffeur.
T, tuyau de conduite des purges.
Pa, collecteur des purges.
Pv, collecteur de vapeur.

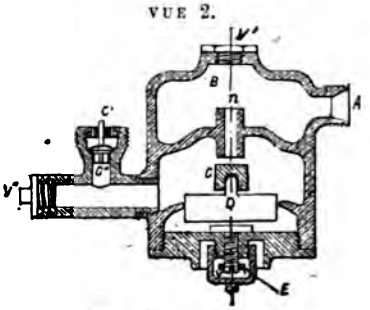


Fig. 221. — Vue 2.

B, boîte en bronze.
A. arrivée de vapeur et d'eau.
C, capsule obturatrice.
D, diaphragme rempli d'alcool.
Ce diaphragme se contracte et diminue le volume, quand l'eau de condensation est abondante et froide, la capsule C démasque l'orifice *n* et la vapeur arrive de nouveau; quand la vapeur arrive trop abondamment et qu'il n'y a plus d'eau, D augmente de volume et ferme *n*.
C et C', clapet et crépine de purge, le tuyau de purge se visse en *c'*.
F, contre-écrou de réglage.
V, vis de réglage de la haute de D.
V'V'', bouchons de visite.

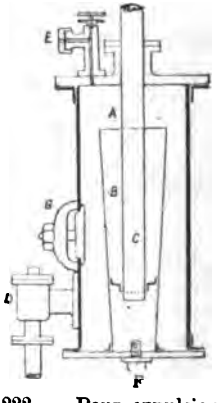


Fig. 222. — Pour expulsion des graisses.

Légende de la figure 221.

A, récipient.
B, cône cylindrique.
C, refoulement au générateur.
D, refoulement des pompes au récipient.
E, robinet de réglage à pointeau.
F, robinet ou bouchon purgeur.
G, porte de visite du récipient.

Digitized by Google

Il faut tenir légèrement et constamment ouvert le robinet à pointeau E afin de donner passage à l'air, à l'huile; l'air concentré dans l'appareil l'empêcherait de remplir son but.

PURGEUR AUTOMATIQUE DU « DUGUAY-TROUIN »

(Fig. 223.)

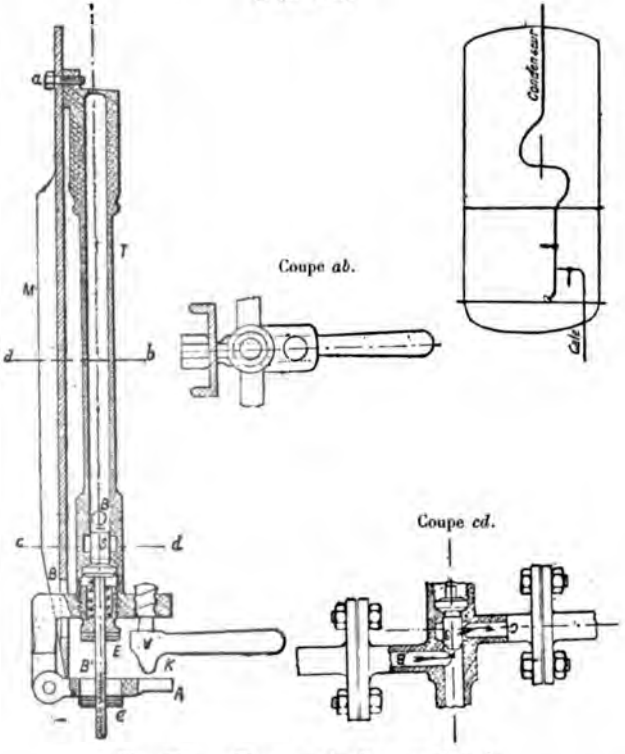


Fig. 223. — Purgeur du *Duguay-Trouin*

T, tube.
M, montant supportant le tube.
S, soupape.
R, ressort appuyant sur la soupape.
E, écrou servant de guide à la tige de la soupape et maintenant le ressort.
A, pièce mobile appuyant sur l'écrou.
B, arrivée d'eau et de vapeur.
C, sortie d'eau et de vapeur.
V, vis pour purger à la main.

Fonctionnement. — On introduit la vapeur dans l'instrument en dévissant la vis mobile V jusqu'à ce que l'appendice K vienne ap-

Digitized by Google

puyer sur la pièce articulée mobile A ; on agit alors sur la soupape S qui laisse échapper la vapeur. Lorsque la vapeur sort sèche, on serre

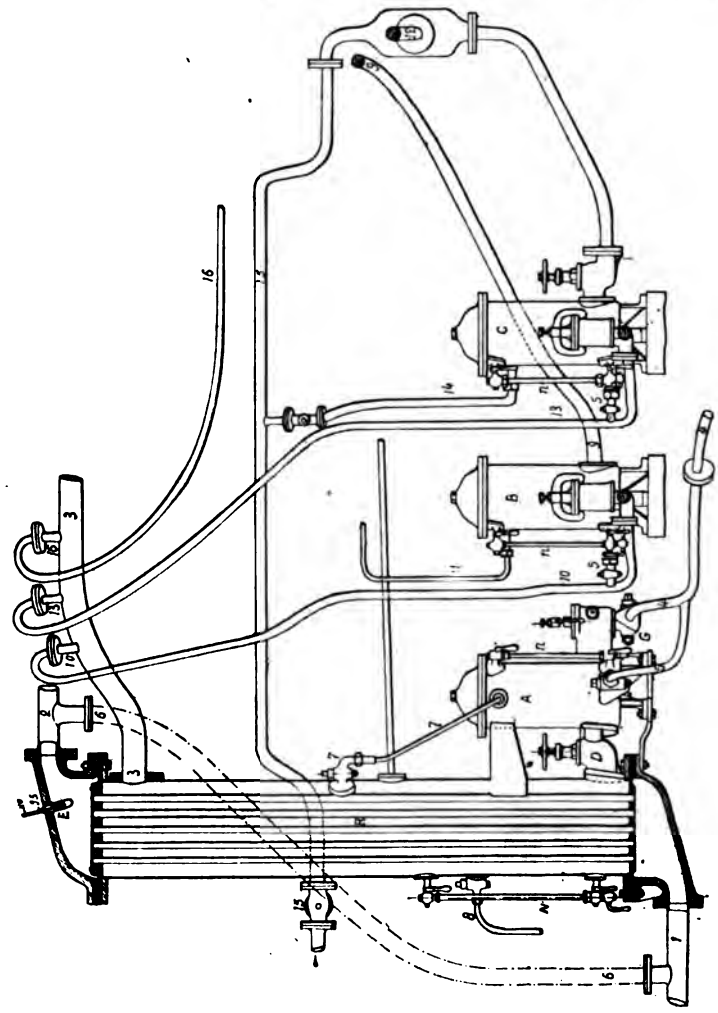


Fig. 224. — Vue 1.

l'écrou C jusqu'à ce que la pièce mobile A vienne en contact avec B'. Lorsque la vapeur se condense, la température baissant ainsi que celle du tube, la longueur de ce dernier diminue, mais celle du

Digitized by Google

montant M reste constante, celui-ci appuyant en B′ sur la pièce mobile A qui agit alors sur l'écrou *e* et sur la tige de la soupape S; elle s'ouvre de nouveau et laisse échapper l'eau.

Après l'évacuation de l'eau, la vapeur arrivant de nouveau, le tube se dilate ; la longueur de M étant constante et sa longueur par conséquent, la pièce mobile quitte le contact en B′ ; le ressort se détend et la soupape se referme.

RÉCHAUFFEUR D'EAU D'ALIMENTATION SUR LES TORPILLEURS

(Fig. 224.)

Dans les chaudières des torpilleurs, il est non seulement utile de

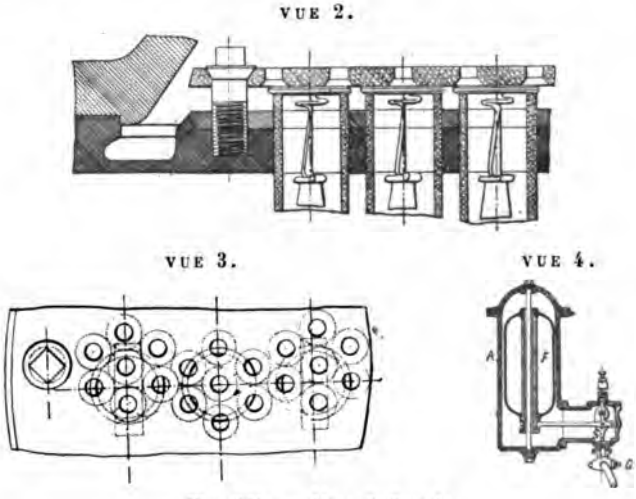


Fig. 224. — Vues 2, 3 et 4.

réchauffer l'eau d'alimentation au point de vue économique, mais aussi au point de vue de leur durée.

M. Normand, dans ses nouveaux torpilleurs, a adopté la disposition suivante qui comprend un cylindre R fermé à ses deux extrémités par deux plaques de tête portant les tubes réchauffeurs. La vapeur réchauffante qui est prise dans le premier cylindre détendeur, enveloppe les tubes dans lesquels circule l'eau d'alimentation, et afin d'augmenter le trajet de cette dernière, dans l'intérieur des tubes, on a placé des chicanes hélicoïdales en cuivre. L'eau d'alimentation est refoulée par les pompes alimentaires par le tuyau 1, se rend aux

Digitized by Google

chaudières par le tuyau 2; un thermomètre *m* placé à la sortie indique la température qui est d'environ 110°. La vapeur réchauffante arrive du premier cylindre détendue par le tuyau 3; la vapeur condensée s'évacue en passant par le purgeur automatique A et de là se rend au condenseur.

Pour obtenir de ce réchauffeur le meilleur effet possible, il faut le maintenir propre, il faut enlever les graisses qui s'y accumulent assez rapidement; sans cette précaution on n'obtient aucune économie.

Pour établir une circulation de vapeur, on utilise la vapeur réchauffante pour actionner le ventilateur. La chauffe est donc régulière et continue. L'ensemble de la figure 224 indique l'ensemble général de la disposition des purgeurs.

CHAUDIÈRE MULTITUBULAIRE POUR TORPILLEURS

Système Leblond et Caville

(Fig. 225.)

Cette chaudière diffère des chaudières Dutemple par l'agencement des tubes et par celui des collecteurs.

Comme il est indiqué par la figure 225, les collecteurs A et C sont perpendiculaires à la direction des grilles; ils sont mis en communication à leurs extrémités par les tubulures T, T' placées en dehors du foyer; les tubes vaporisateurs sont fixés sur les collecteurs de la même manière que les tubes Dutemple, leur forme est indiquée par le dessin. Ils sont protégés dans le fond du foyer par une maçonnerie P. La rangée intérieure au foyer forme écran, presque depuis son emmanchement avec le collecteur et jusqu'en Q. A partir de cette hauteur, les tubes se séparent de nouveau et donnent passage à la flamme; en Y, les tubes viennent se rejoindre de nouveau à partir du collecteur supérieur et obligent la flamme à redescendre. Enfin, en X un écran en tôle les empêche de monter directement.

La disposition des tubes et l'emploi de l'écran X obligent donc les flammes à remplir la chambre de combustion U, à lécher les tubes de Q en X, puis à pénétrer, en revenant sur leurs pas, dans la partie du faisceau tubulaire comprise entre Q et Y, à descendre à la partie inférieure du faisceau, puis à remonter dans la partie comprise entre Z et Y, puis prendre le conduit de fumée K après avoir léché la partie inférieure du collecteur A.

Cette nouvelle disposition présente quelques avantages sur la chaudière Dutemple; d'abord en supprimant un collecteur on a donné des dimensions plus grandes aux deux autres. On peut donc y pénétrer facilement pour le montage des tubes et pour leur nettoyage. La chambre de combustion est plus vaste que dans les

Digitized by Google

Vue de côté.

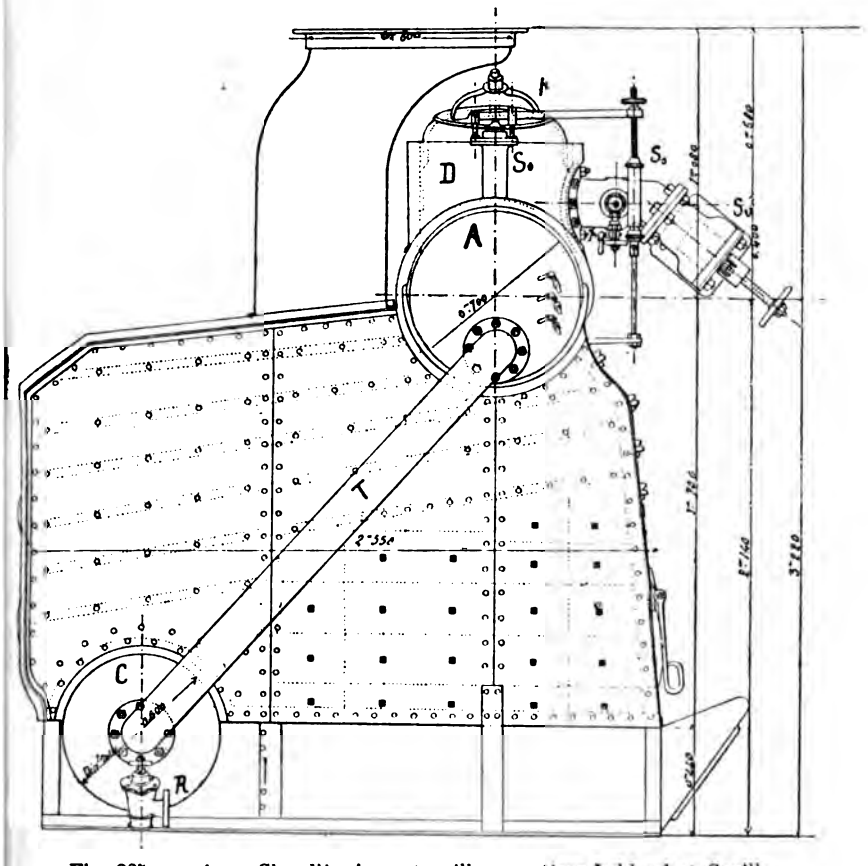


Fig. 225, vue 1. — Chaudière pour torpilleur système Leblond et Caville. Yacht : *Darling*, M. De Nottbeck, propriétaire.

A, collecteur supérieur d'eau et de vapeur.
D, coffre à vapeur.
C, collecteur inférieur à eau.
T,T, tubulures de communication entre les collecteurs A et C.
R, régulateur d'alimentation.
J,J,J, robinets jauges.
O,O, opercules pour visiter l'aspect des flammes.
Pc,Pc, portes du cendrier.
H,H, porte de ramonage.
F, fourneau.
U, boîte à combustion.
X, écran en tôle, empêchant les flammes de traverser directement le faisceau tubulaire.
Q,Y,Z, contacts des tubes formant conduits indiqués par la direction des flèches.
M, tube de niveau d'eau.
Sv, soupape d'arrêt.
Ss, soupape de sûreté.
KK, conduits de fumée.
pp, autoclave du coffre à vapeur.

Digitized by Google

chaudières Dutemple. Par la disposition des tubes, les flammes vont d'abord frapper la partie supérieure des tubes, puis elles rencontrent l'écran formé par les tubes, elles reviennent sur leurs pas et forment,

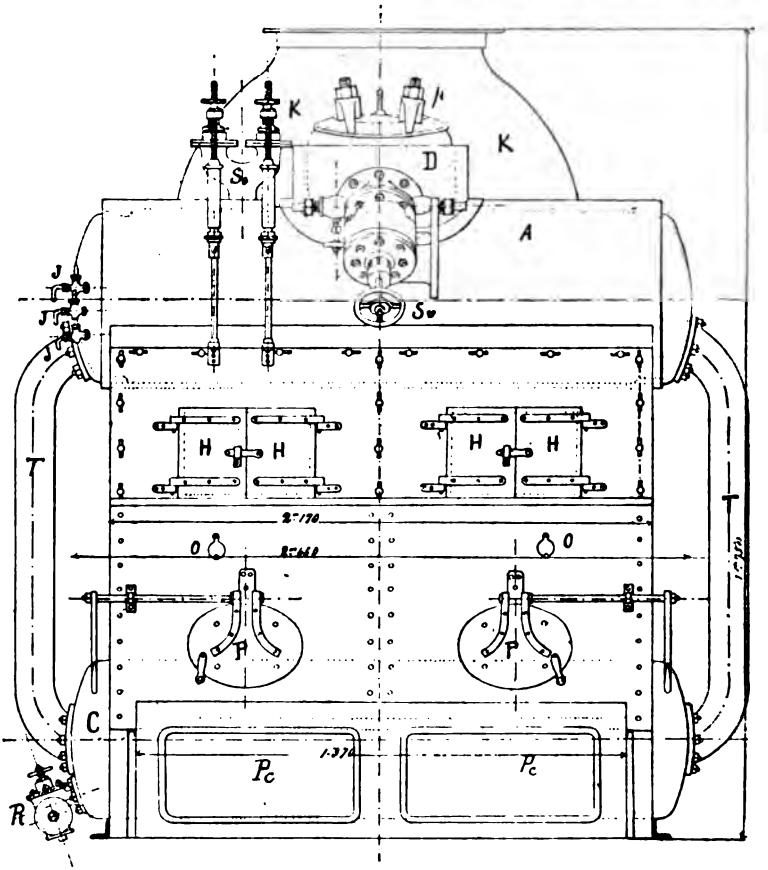


Fig. 225, vue 2. — Vue de face.

comme l'indiquent les flèches, un triple circuit. Par ce long parcours, elles abandonnent donc une grande partie de leur température avant de se rendre dans la cheminée, il n'y a donc ni panache de fumée ni de flammes. La capacité de la chambre de combustion empêche ce premier inconvénient. Comme pouvoir vaporisateur en vase clos, la production de vapeur a été un peu supérieure aux chaudières

Digitized by Google

Dutemple, dans les mêmes conditions, par mètre carré de surface de chauffe, de grille et par kilogramme de charbon. Pendant cette chauffe forcée, il n'y a eu aucun mouvement de l'eau dans les tubes de niveau, et aucune fuite ou faisceau tubulaire. Les joints des collec-

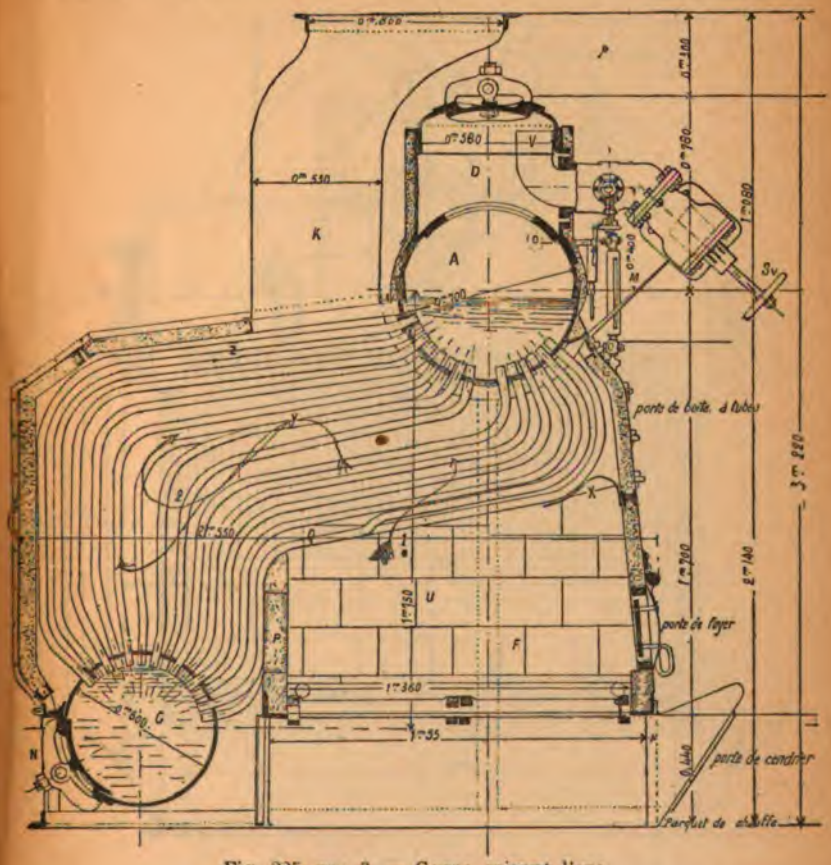


Fig. 225, vue 3. — Coupe suivant l'axe.

teurs sont faits à l'aide d'une couronne en cuivre rouge logée dans une rainure *ad hoc* et serrée à outrance. Ces joints résistent très bien.

Résultats obtenus dans des essais officiels à l'arsenal de Cherbourg

Pression à la chaudière d'une façon constante . . . . . 9 à 10 kilogr.

Digitized by Google

Pression d'air.		50, 60, 80, 40 millim.
Température de la chaufferie	AV.	21, 25, 29, 27, 23°.
	AR.	31, 38, 45, 45, 50°.
Charbon brûlé par heure		5 390, 6 070, 6 570, 4 660 kilogr.

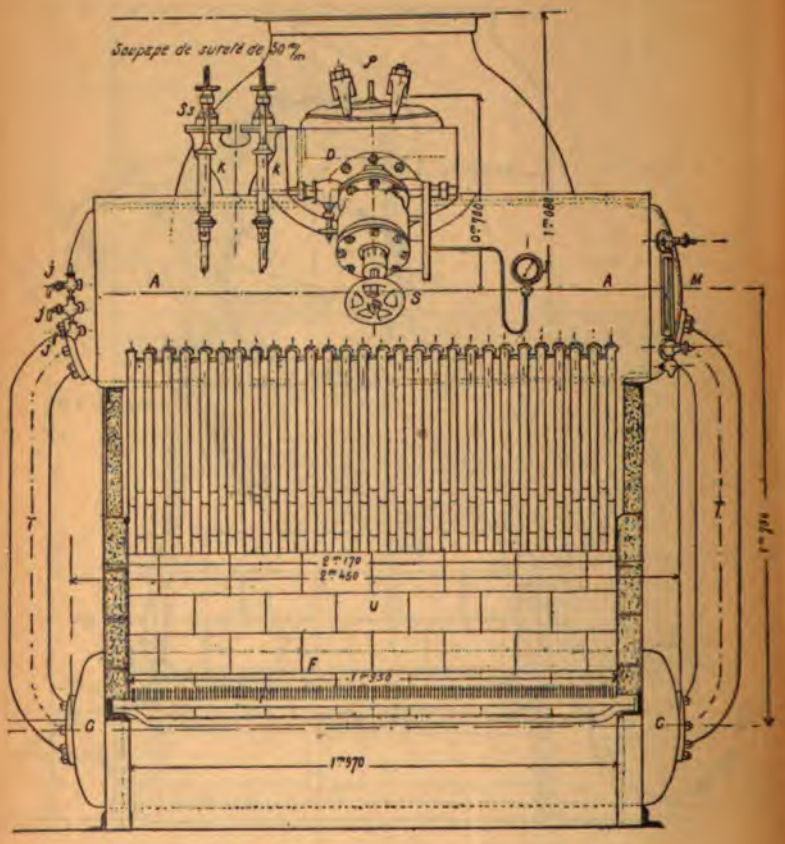


Fig. 225, vue 4. — Vue de face, panneaux enlevés.

Eau vaporisée par kilogramme de charbon.	6,74, 6,32, 6,84, 7,28
Par mètre carré de surface de chauffe.	58,5, 66, 71,40, 50,40 litres.
Surface de chauffe	92 mètres carrés.

Digitized by Google

CHAUDIÈRE MULTITUBULAIRE CHAUFFÉE AU PÉTROLE

Système Leblond et Caville

(Fig. 226.)

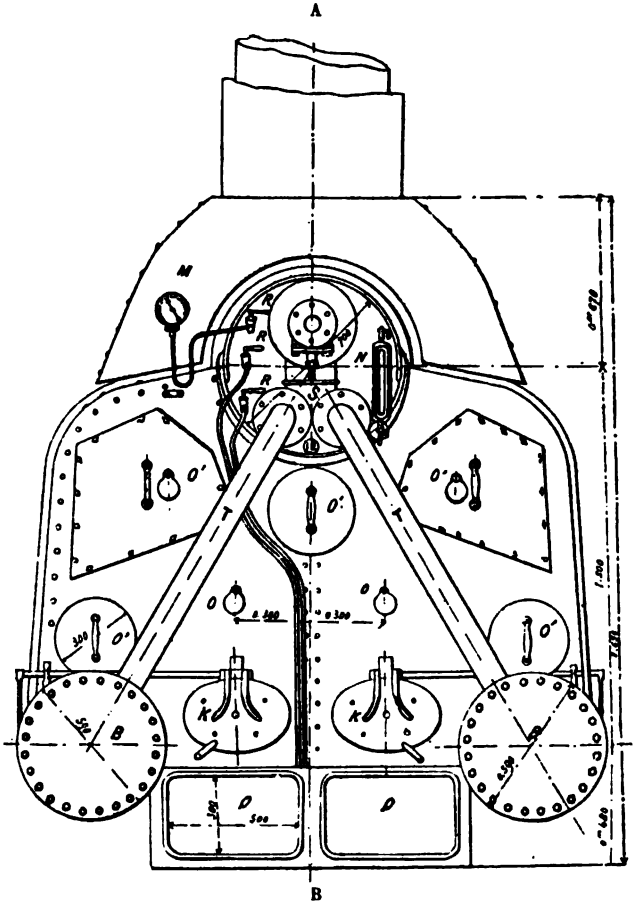


Fig. 226, vue 1. — Vue de face.

Cette chaudière, de prime abord, paraît être identique aux chaudières Dutemple, mais elle en diffère complètement par l'agencement des tubes, ainsi que nous le verrons.

Digitized by Google

Elle se compose de trois collecteurs : A, supérieur et BB, inférieurs, réunis entre eux par les quatre tubulures de retour T, T, T_1 T_1 rivetées sur les collecteurs. Des fonds démontables ferment les collecteurs

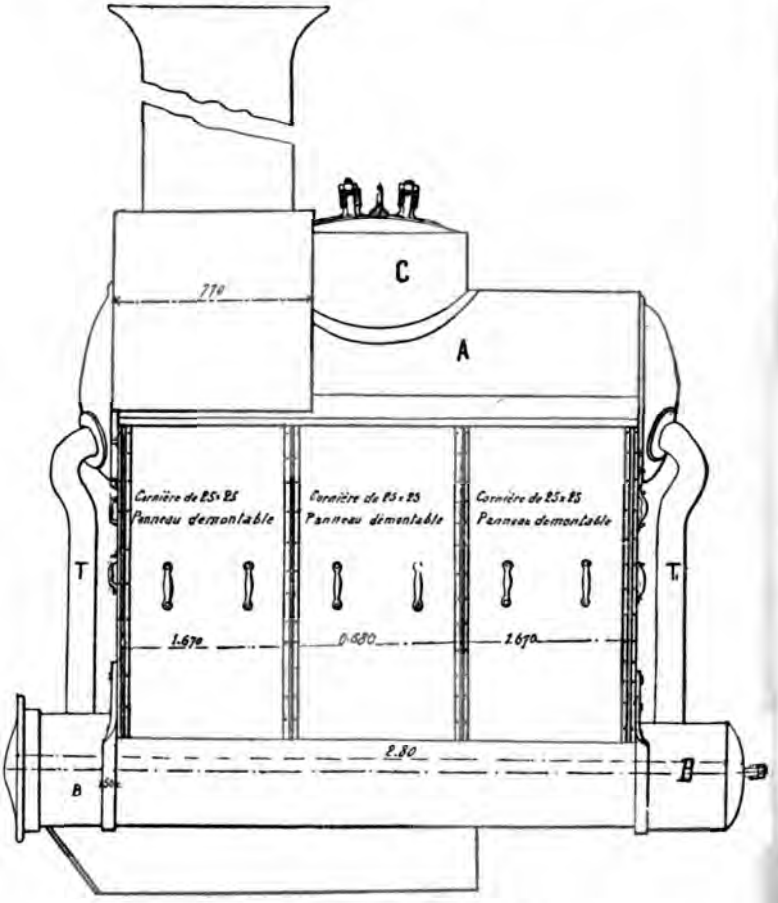


Fig. 226, vue 2. — Vue de côté.

inférieurs B, B ; le collecteur supérieur est surmonté d'un coffre à vapeur C muni d'une porte autoclave P permettant d'y pénétrer facilement.

Le foyer et le cendrier sont en tôle garnie de briques réfractaires ;

Digitized by Google

un autel placé dans le fond fait redresser les flammes et empêche le charbon de venir remplir l'espace V. Les tubes, comme dans les chaudières Normand, forment la voûte, des briques réfractaires rendent cette voûte étanche. En examinant les vues 3 et 4, on voit que

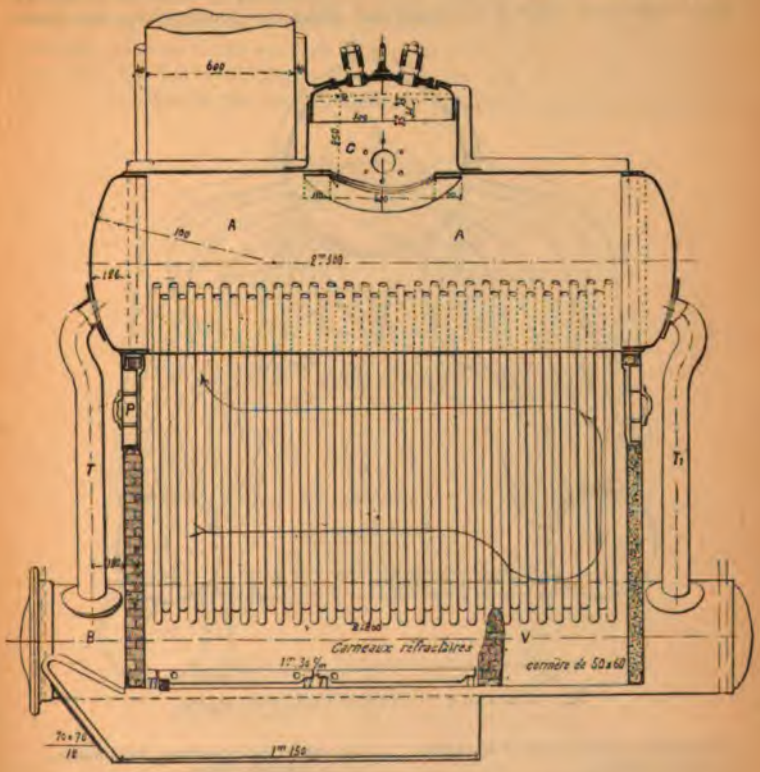


Fig. 226, vue 3. — Coupe longitudinale suivant AB.

cette voûte, par la courbure des tubes, diminue de hauteur et par conséquent de capacité de l'avant du foyer à l'arrière.

De plus les flammes, trouvant un écran par le contact des tubes sur une certaine longueur du faisceau, parcourent cette partie; trouvant ensuite un passage libre, elles reviennent sur leurs pas, à l'avant du foyer, et s'évacuent par la cheminée qui est placée du côté de la porte du fourneau. Les vues 4 et 5 indiquent les différentes courbures; et les points E, E, E, les différents écrans formés par l'agencement des tubes

Digitized by Google

et obligeant les flammes à suivre un triple parcours dans le faisceau. Les brûleurs sont introduits dans les portes des fourneaux, lorsque l'on chauffe au pétrole.

La disposition est représentée par la figure 227; vues 1, 2, 3. L'air est fourni par un ventilateur dont le conduit principal se divise en deux tubulures (vue 3), s'emboîtant dans les deux portes du four-

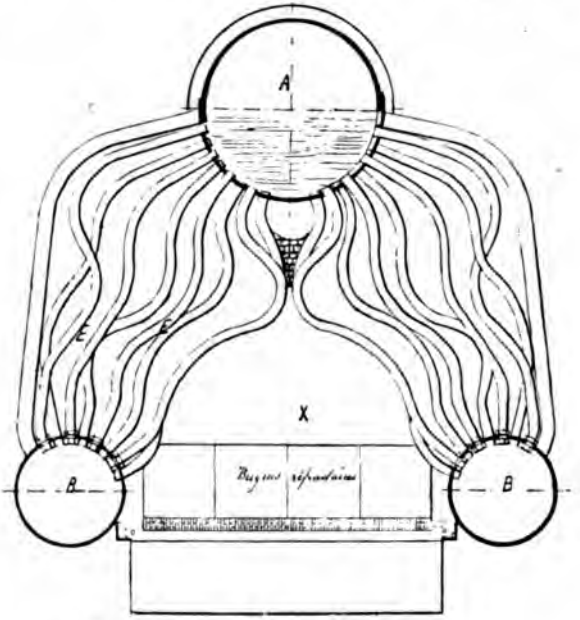


Fig. 226, vue 4. — Vue des tubes du foyer.

A, collecteur supérieur d'eau et de vapeur.
C, coffre à vapeur.
B,B, collecteurs d'eau.
T,T, tubulures de communication entre les collecteurs.
O,O, opercules pour examiner l'aspect des flammes et l'état du foyer.
O', porte de ramonage.
K,K, portes de chargement du fourneau.
R,R,R, robinets jauges.
N, tube de niveau d'eau.
M, manomètre.
S, soupape d'arrêt.
E,E,E, contacts des tubes formant conduits pour les flammes.

Toutes les différentes soupapes pour les auxiliaires sont disposées de la même façon que pour les autres chaudières.

neau. On ferme alors les portes des cendriers et les grilles sont recouvertes par un plan de briques réfractaires.

Cette chaudière, d'après sa disposition, peut donc être indistinctement chauffée au pétrole ou au charbon. Pour le pétrole, il suffit

Digitized by Google

d'introduire les brûleurs, de fermer les cendriers, de recouvrir les grilles de briques réfractaires.

Pour le charbon, enlever les briques et ouvrir les cendriers. Le pétrole est refoulé dans une caisse B à l'aide d'une pompe, un tube de niveau en indique la hauteur. Le schéma suivant (vues 2 et 3) indique la disposition. Le pétrole arrive de la caisse par un tuyau E replié à son passage dans le foyer suivant E' E'', son extrémité F étant aplatie et ouverte. La porte du foyer est remplacée par une tuyère G amenant le vent fourni par un ventilateur. Le tout étant disposé pour la

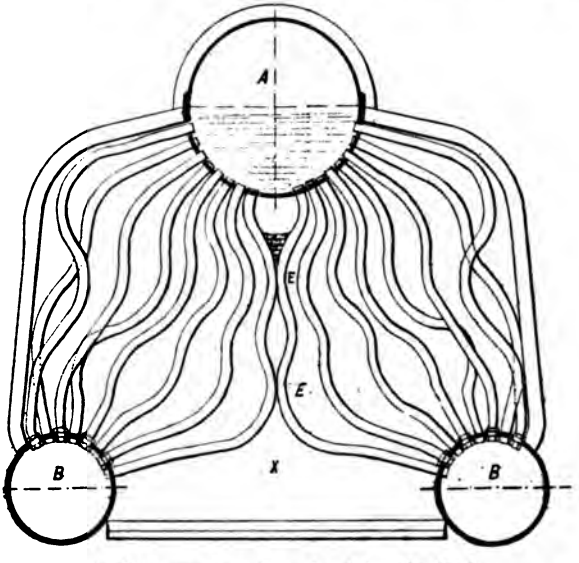


Fig. 226, vue 5. — Vue des tubes du fond.

mise en marche de l'appareil, on allume une poignée de déchets de coton imbibés d'huile et de pétrole et disposés en K.

Ces déchets en brûlant échauffent la partie du tube E' E'', on ouvre alors les robinets *r* et R d'une petite quantité. Le pétrole s'écoulera en E E' ; en traversant la partie E' E'', il se vaporisera et s'échappera en F en un jet blanchâtre qui s'allumera au contact de la flamme produite en K. L'allumage ainsi obtenu se continue naturellement sans addition de déchets. Il ne restera plus qu'à manœuvrer convenablement les robinets *r* et R, *r* réglant l'arrivée du pétrole et R celle de l'air, de façon à doser très exactement la quantité d'air par rapport à la quantité de pétrole dépensée. Il est facile de reconnaître que la proportion est bonne par la couleur des gaz qui s'échappent de la

Digitized by Google

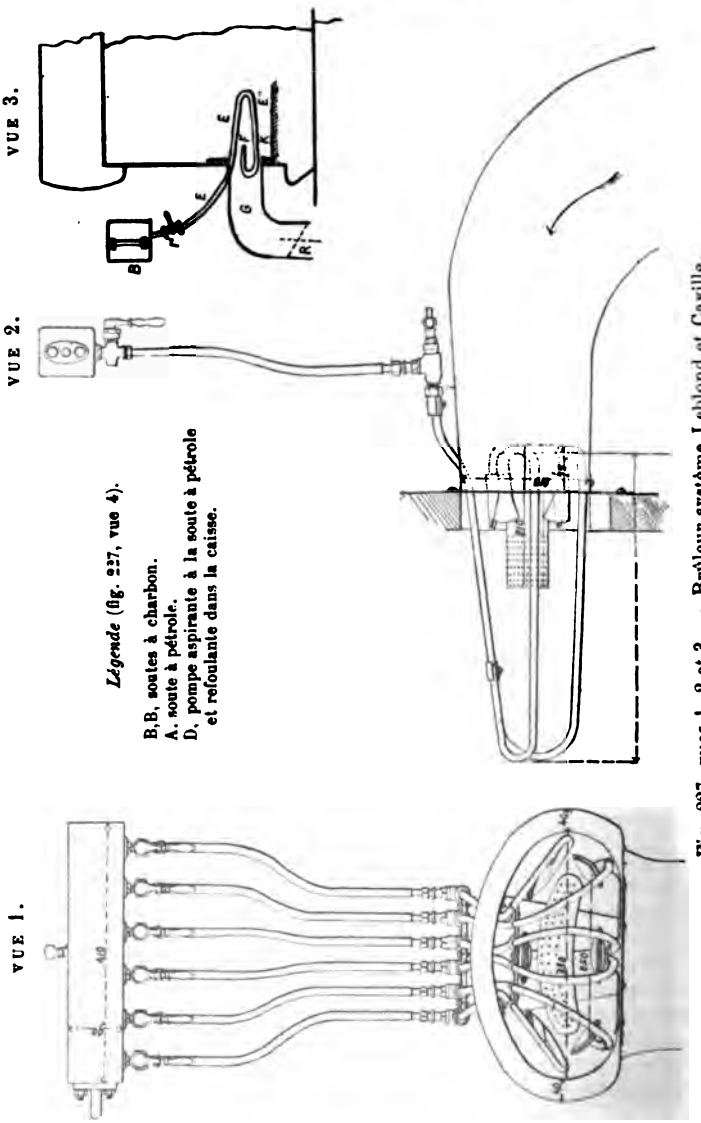


Fig. 227, vues 1, 2 et 3. — Brûleur système Leblond et Caville.

cheminée. Si l'appareil fonctionne bien, il ne doit pas y avoir de fumée.

Digitized by Google

Par ce qui vient d'être dit, il est aisé de comprendre que l'on pourra faire varier la puissance vaporisante de l'appareil; il suffira de faire varier la surface vaporisante des tubes à pétrole, en limitant le nombre en fonction avec la puissance à produire, puis en réglant le volume d'air en conséquence.

L'ensemble des brûleurs est simple et d'une installation facile. Il

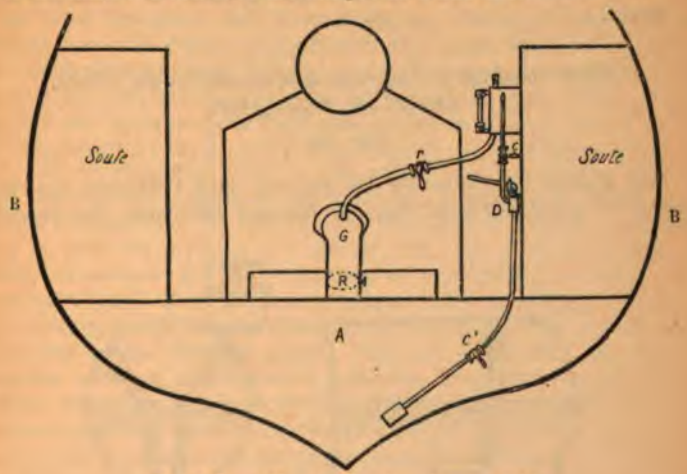


Fig. 227. — Vue 4. (Voir légende, page 436.)

peut être installé en une heure et la chaudière peut être transformée soit au pétrole, soit au charbon pendant ce laps de temps.

Résultats des essais de cette chaudière ayant 60 mètres carrés de surface de chauffe.

(3 septembre et 14 novembre 1895.)

DONNÉES	MARCHE à tirage naturel		MARCHE à tirage forcé	
	Charbon	Pétrole	Charbon	Pétrole
Combustible dépensé par heure en kilogrammes	240	160	461	353
Eau vaporisée par heure	1 800	1 840	3 000	3 340
Eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe	30 lit.	30lit,66	50 lit.	55lit,16
Eau vaporisée par kilogramme de combustible	7lit,5	11lit,15	6 lit.	9lit,46

Digitized by Google

CHOCS DANS LES TUYAUX D'ALIMENTATION

DÉBOUCHANT DANS LA VAPEUR, LEURS CAUSES, MOYENS A EMPLOYER POUR LES PRÉVENIR A LA SUITE D'OBSERVATIONS FAITES SUR PLUSIEURS BATIMENTS.

Faits constatés sur les tuyaux alimentaires du Véloce.
Chaudières Thornycroft.
(Fig. 228.)

Afin d'éviter l'introduction des graisses dans l'intérieur des chaudières et principalement dans le faisceau tubulaire, des dépêches

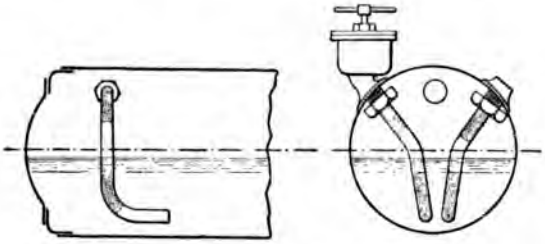


Fig. 228. — *Véloce.*

ministérielles des 13 janvier 1888 et 7 juillet 1891 prescrivaient de faire déboucher les tuyaux alimentaires dans la vapeur. Mais avec la disposition du tuyautage alimentaire, des chocs violents se produisaient dans les tuyaux, au point de briser les joints de ces tuyaux et de compromettre la solidité et la sécurité de ces derniers. Devant ces faits, une dépêche ministérielle du 10 mars 1893 prescrivit d'en rechercher les causes.

Pendant les évolutions de l'escadre du Nord (voir le *Véloce*), des chocs se produisirent dans trois tuyaux alimentaires, au bout d'un certain temps de fonctionnement, et sans exister dans le quatrième tuyau. Ces chocs étaient assez violents pour briser les joints des boîtes alimentaires avec le réservoir supérieur d'eau et de vapeur, et ceux des tuyaux alimentaires avec les brides de ces boîtes. Devant ces faits répétés, et qui n'avaient pas été constatés pendant la période d'essais, on visita les collecteurs supérieurs.

Par cette visite, on constata que les prolongements intérieurs des tuyaux alimentaires T des trois tuyaux où les chocs existaient, étaient tombés dans le fond des collecteurs, et que par conséquent l'eau

Digitized by Google

d'alimentation, au lieu d'arriver dans l'eau du réservoir, arrivait dans la vapeur. On était donc dans les cas signalés par la dépêche ministérielle de 1893. Ces prolongements sont reliés aux boîtes alimentaires par le moyen d'un écrou qui devait être fixé à l'aide d'une goupille. Le dévissage de ces écrous avait dû se produire lentement par la disparition des goupilles.

La cause des chocs était donc évidente, n'existant que dans les tuyaux privés de leurs prolongements. Ces chocs étaient donc dus à la modification apportée dans le mode d'écoulement de l'eau d'alimentation. Cet écoulement devenait défectueux par la trop grande section de l'ajutage de la boîte alimentaire sur lequel était vissé le prolongement du tuyau, par le crépinage de la boîte alimentaire; le jet, par ce crépinage (voir la disposition de la soupape alimentair Thornycroft), manquait de direction et surtout de vitesse pendant l'intermittence du refoulement des pompes qui sont conduites par la machine motrice, et à simple effet. Par suite de l'intermittence des pompes, il y avait cessation du refoulement; la vapeur du réservoir venait alors remplir le volume libre des boîtes à clapets; elle pouvait même pénétrer dans une certaine partie du tuyau alimentaire pendant la chute du clapet. Dans ces conditions, lorsque les pompes venaient de nouveau à refouler, il y avait contact de la vapeur avec l'eau froide et il se produisait, dans les boîtes alimentaires et dans une certaine longueur du tuyau, des chocs comparables à ceux que l'on a souvent remarqués dans les condenseurs, lorsqu'on les lessive, et qui ne cessent que quand la température de l'eau atteint celle de l'ébullition. Le manque de vitesse de l'eau d'alimentation, l'intermittence dans le fonctionnement des pompes, le temps de chute du clapet devait être, comme il le sera indiqué par d'autres remarques, la cause des chocs.

Ces chocs de contact d'eau chaude renfermant de la vapeur, cas des extractions continues avec l'eau froide extérieure, donnent lieu à des chocs identiques à ceux qui existaient dans les tuyaux du *Véloce*. Avec les prolongements enlevés les mêmes chocs se seraient produits, même si les boîtes alimentaires eussent débouché dans l'eau.

Dans le cas de comparaison des extractions, l'eau chaude du réservoir renfermant de la vapeur aurait remplacé l'eau de la chaudière, et par un contact avec l'eau froide du tuyau alimentaire elle aurait déterminé les mêmes chocs. On ne pouvait donc pas attribuer les chocs qui se produisaient dans les tuyaux alimentaires du *Véloce* au fait seul de la suppression de leurs prolongements, mais à l'absence de vitesse de l'eau d'alimentation, et à la distribution de cette eau par un clapet crépiné. On pouvait encore comparer cet effet à ce qui se passe dans un condenseur par mélange que l'on a laissé échauffer; au moment où l'on ouvrait l'injection, des chocs violents se produisaient dans l'intérieur.

Pour confirmer l'idée que l'arrivée de l'eau dans la vapeur n'était

Digitized by Google

pas la cause principale des chocs qui existaient dans les tuyaux du *Véloce*, il suffit de la rapprocher de ce qui s'est passé dans les chaudières type Amirauté de l'*Epervier* (fig. 229), où les tuyaux alimentaires débouchaient cependant dans l'eau.

Sur ce bâtiment, les pompes alimentaires étaient également à simple effet, et au début elles étaient conduites par une machine auxiliaire qui actionnait en même temps les pompes à air et de cale. Par cette combinaison qui simplifiait les machines, il en résultait un inconvénient très grave. Les pompes à air, très puissantes, pouvaient par des mouvements de tangage ou de roulis, épuiser rapidement le condenseur, puis rester inactives pendant un certain temps; les pompes de cale se trouvaient dans le même cas; le mouvement de la

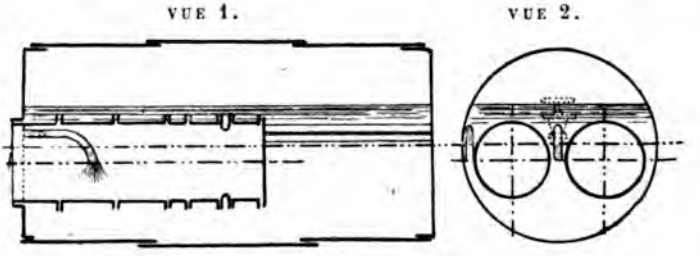


Fig. 229, vues 1 et 2. — *Epervier*.

machine auxiliaire conduisant ces pompes était donc très irrégulier. Les pompes alimentaires fonctionnaient donc dans de mauvaises conditions, tantôt leur tuyau de refoulement était plein, tantôt il était vide. Pendant cet arrêt momentané des pompes, le tuyau d'alimentation se remplissait d'eau chaude et de vapeur, et lorsque les pompes fonctionnaient de nouveau, le contact de l'eau froide avec l'eau chaude et la vapeur produisait exactement les chocs constatés sur le *Véloce*.

Pour faire cesser cette irrégularité des pompes alimentaires, on les remplaça par des pompes Thirion à trois cylindres et à double effet, tout en conservant la même disposition intérieure et extérieure du tuyautage. Après cette modification les chocs disparurent comme sur le *Veloce* après la remise en place des prolongements des tuyaux. Ce que l'on a obtenu par cette modification n'a été qu'une régularité et une vitesse plus grandes dans le refoulement des pompes alimentaires; donc la vitesse joue un très grand rôle dans le bon fonctionnement des pompes et des tuyaux alimentaires.

On peut encore appuyer ce fait dû à l'irrégularité par ce qui existe sur les tuyaux alimentaires de la *Salve* et sur ceux du *Turco* dont la disposition du tuyautage est représentée par les figures 230 et 231, des

Digitized by Google

chaudières Oriolle. Dans la *Salve*, les tuyaux alimentaires débouchent dans le coffre à vapeur, tandis que dans les chaudières du *Turco* ils débouchent dans la lame d'eau; dans les deux, l'extrémité du tuyau alimentaire est légèrement évasée; les pompes sont à deux cylindres et à double effet, conduites par une machine indépendante dont on peut à volonté régler la vitesse selon la dépense des chaudières. Or, sur la *Salve* (fig. 230), comme sur le *Turco* (fig. 231), jamais de chocs n'ont été constatés. Avec des pompes indépendantes, on peut toujours régler le dégré d'ouverture des robinets d'aspiration de façon

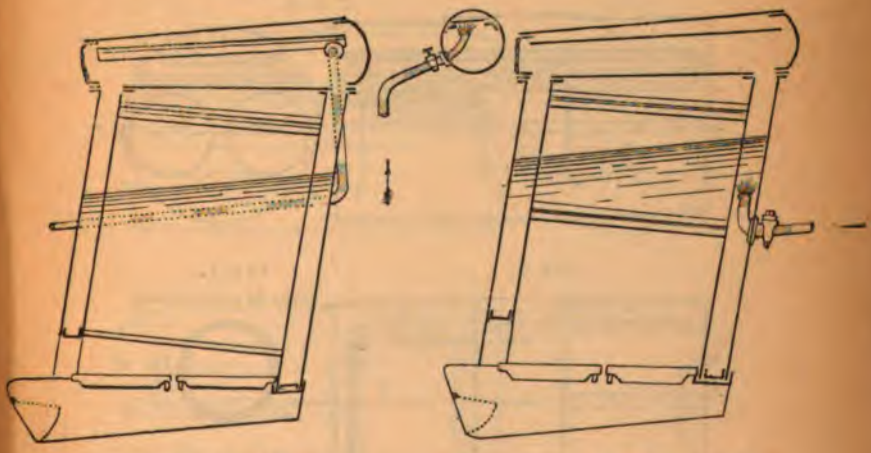


Fig. 230. — *Salve*. Fig. 231. — *Turco*.

à maintenir constamment de l'eau dans les bâches, de façon à prévenir tout désamorcement des pompes, et n'ouvrir le régulateur de refoulement des pompes que d'une quantité à produire dans le tuyau une pression supérieure d'une demi-atmosphère à la pression de la chaudière. De cette façon, le tuyau alimentaire reste constamment plein d'eau, la vitesse de sortie est grande et aucun choc en retour n'est à craindre. Un autre exemple tout aussi concluant que les précédents a été constaté sur les chaudières du *Dupuy-de-Lôme* (fig. 232). Dans ces chaudières, les tuyaux alimentaires sont au nombre de deux, l'un appartient aux pompes alimentaires conduites par la machine et l'autre aux pompes alimentaires indépendantes; ils se prolongent horizontalement presque jusqu'au fond de la chaudière à environ 10 centimètres au-dessus du niveau normal; ils sont reliés par un tuyau commun transversal, crépiné seulement à sa partie inférieure et sur toute sa longueur. La direction des petits orifices rec-

Digitized by Google

tangulaires fait en moyenne un angle de 45° avec l'axe longitudinal du tuyau.

Au début des essais du *Dupuy-de-Lôme* des chocs violents se sont fait entendre dans les tuyaux alimentaires et ont été constatés par le personnel mécanicien du bord non chargé de la surveillance et de la conduite des essais. Ces chocs se produisaient surtout lorsque les pompes alimentaires conduites par les machines motrices étaient en fonction, et dans les parties des tuyaux alimentaires transversales se

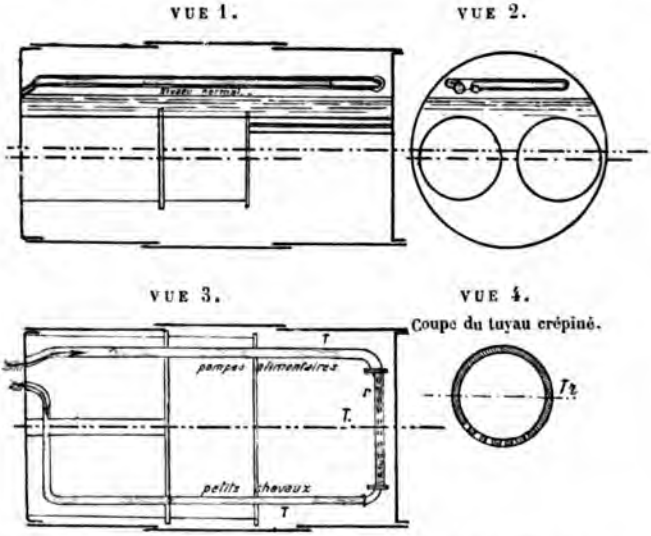


Fig. 232, vues 1, 2, 3 et 4. — Grandes chaudières *Dupuy-de-Lôme.*

raccordant à la partie du tuyau crépinée, et dans la partie du tuyau alimentaire avoisinant le clapet de retenue placé sur la chaudière.

Pour atténuer ces chocs, on augmenta la pression de l'eau dans les tuyaux d'alimentation d'une demi-atmosphère; pour bien estimer cette pression, on plaça des manomètres sur les récipients des pompes qui sont placées directement sous la surveillance du chef de quart dans les machines, et aussi sur le tuyau de refoulement d chaufferies où le chef de la chaufferie pouvait se rendre compte cette pression. Avec ces indicateurs de pression on peut donc jug d'une manière permanente du fonctionnement des pompes, de le régularité et régler convenablement les ouvertures de leurs robine d'aspiration et de refoulement. Par une régulation convenable de c ouvertures, les chocs ne se reproduisirent plus.

Digitized by Google

Aux essais préliminaires, il ne paraîtrait pas impossible que l'on n'eût pas apporté une attention suffisante à l'action des pompes, dont la vitesse pouvait très bien n'être pas en rapport avec la consommation des chaudières. Ces incidents n'ont rien qui puisse surprendre dans des essais aussi importants, avec un personnel souvent insuffisamment préparé.

Avec ces pompes bien réglées, une pression de 11^{kg},500 et la chauffe poussée à outrance par groupe de deux chaudières, les chocs ne se reproduisirent plus.

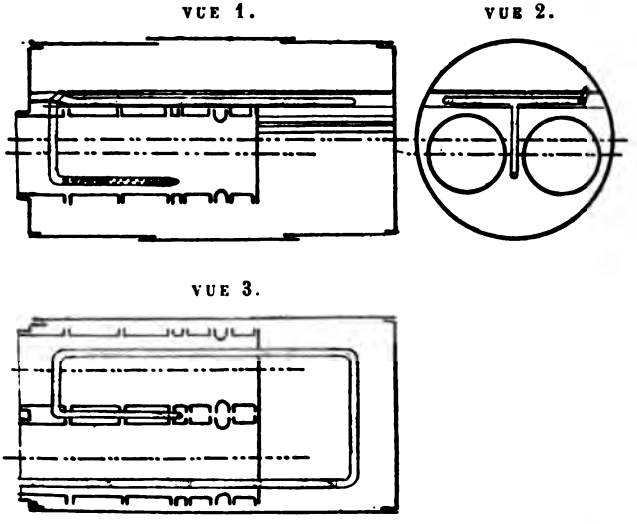


Fig. 233, vues 1, 2 et 3. — *Surcouf*.

Sur le *Surcouf* (fig. 233) dont les chaudières sont semblables à celles de l'*Epervier*, et les pompes dès le début conduites par des machines indépendantes et un tuyautage alimentaire débouchant dans l'eau, aucun choc ne s'est jamais produit. Les tuyaux de refoulement, comme il est indiqué par le croquis de la figure 233, contournent les foyers d'abord horizontalement, puis s'enfoncent dans l'eau entre les deux foyers, puis se prolongent horizontalement sur une petite longueur dans la direction du fond de la chaudière; cette partie est la seule crépinée.

Dans ce parcours l'eau d'alimentation s'échauffe avant d'être en contact avec l'eau chaude de la chaudière. Il n'y a donc plus de condensation et, par conséquent, pas de chocs en retour des molécules d'eau.

Sur la *Lance*, le *Défi* et l'*Alarme* les chaudières sont du type loco-

Digitized by Google

motive. Les pompes alimentaires de la *Lance* (fig. 234) sont à simple effet, elles sont conduites par une machine indépendante, actionnant également une pompe à air. L'alimentation est également faite, en cas d'arrêt des pompes ordinaires, par des pompes Thirion. Dans les chaudières de la *Salve*, les tuyaux alimentaires qui font le tour des chaudières, sont crépinés dans toute leur longueur et à leur partie inférieure seulement (fig. 234). Il n'y a jamais eu de chocs.

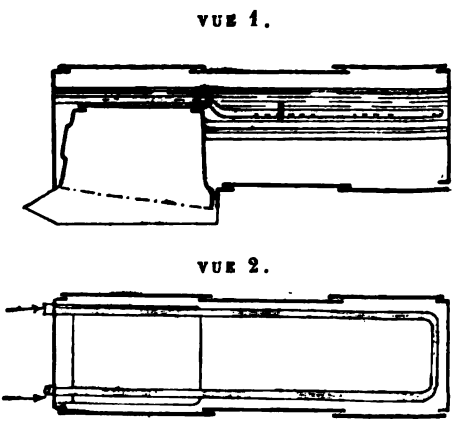


Fig. 234, vues 1 et 2. — *Alarme*, *Défi* et *Lance*.

L'*Alarme* et le *Défi* ont des pompes alimentaires conduites par la machine motrice et des pompes indépendantes système Tangye fonctionnant à peu près de la même façon que les petits chevaux système Belleville; leur débit est très régulier, leur dépense est proportionnelle à celle des chaudières; elles sont à double effet; elles fournissent un jet d'eau animé d'une grande vitesse. Le régulateur d'alimentation est du système d'Indret. Des pompes Thirion pouvaient encore alimenter les chaudières; mais on faisait généralement usage des pompes Tangye, comme étant les plus simples et les plus économiques.

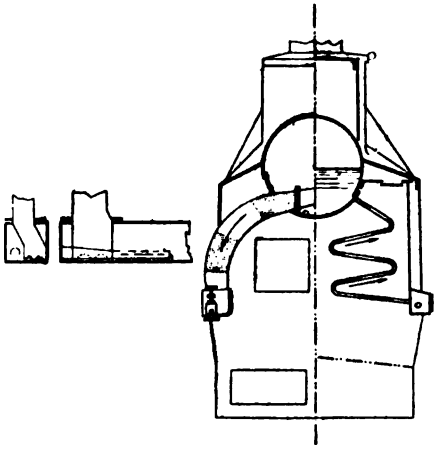


Fig. 235. — Dutemple.

Les tuyaux des pompes Tangye et ceux des Thirion font également le tour intérieur des chaudières et sont reliés par un tuyau transversal; ils sont crépinés à leur partie inférieure et sur toute leur longueur. Avec la hauteur du niveau normal,

Digitized by Google

ils sont à peine baignés par l'eau; dans les mouvements de tangage et de roulis, ils ne le sont plus.

Dans les chaudières Dutemple (fig. 235) en usage sur plusieurs torpilleurs, l'eau d'alimentation arrive par des robinets dans les collecteurs inférieurs par des tuyaux crépinés sur toute leur longueur, les deux pompes alimentaires sont conduites par chaque machine motrice, elles sont à simple effet; mais comme elles sont deux, l'effet final est donc celui d'une pompe à double effet. De plus, le débit de ces

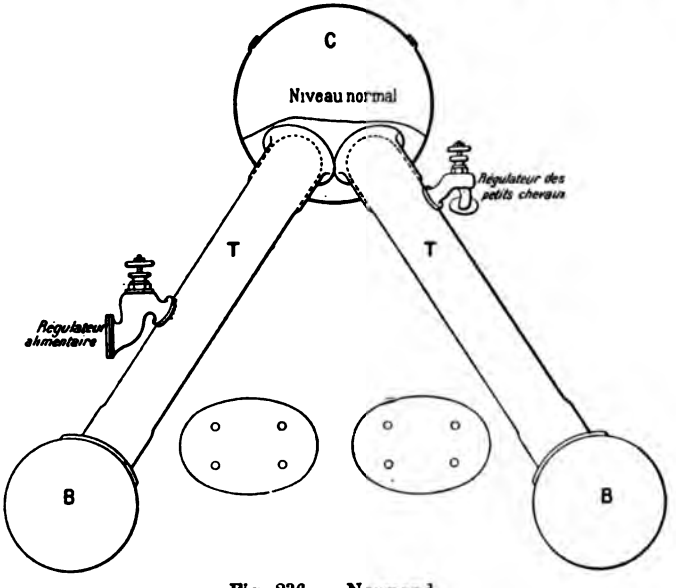


Fig. 236. — Normand.

pompes est régularisé par des récipients et par le volume du réchauffeur d'eau d'alimentation.

L'eau d'alimentation avant d'entrer dans les chaudières est portée à la température de 80 à 110°. Dans ces chaudières, et par le double effet d'une eau réchauffée et introduite dans la chaudière avec une bonne vitesse, il n'y a jamais eu de chocs. Mais dans ce cas, la température de l'eau intervient, et cette température élevée aurait une grande influence pour faire cesser les chocs dans les chaudières où ils ont été constatés.

Les chaudières multitubulaires ont une disposition qui doit être avantageuse pour éviter les chocs. Leur volume d'eau étant très petit, l'eau est constamment en mouvement dans les collecteurs; l'eau d'ali-

Digitized by Google

mentation, à son arrivée, ne rencontre donc pas cette masse inerte que présentent les chaudières à grand volume.

Dans les essais de consommation et de production de vapeur qui ont lieu dans l'arsenal, avant la mise à bord des chaudières, l'eau d'alimentation n'étant cependant pas réchauffée aucun choc ne se produit.

Dans les premières chaudières multitubulaires type Normand, (fig. 235) l'alimentation se fait dans les tubes de retour d'eau entre le collecteur supérieur et les collecteurs inférieurs. Dans ces tubulures de retour il existe également une circulation très rapide de l'eau et aucun choc ne se produit.

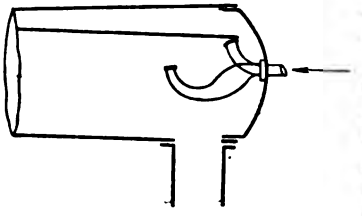


Fig. 237. — *Mélidja.*

La forme du tuyautage d'alimentation dans l'intérieur de la chaudière peut avoir aussi son influence dans la production des chocs. Ce fait a été observé sur le paquebot la *Mélidja* (fig. 237), muni de chaudières Oriolle dont le tuyau débouchait dans la vapeur.

Dans le but d'empêcher la vapeur de revenir sur le clapet de retenue du régulateur, en maintenant de l'eau dans le tuyau alimentaire, on avait donné à ce dernier un double coude. Avec cette forme, il se produisit des chocs violents à la suite desquels on visita le coffre à vapeur. Par cette visite, on reconnut que le bout du tuyau alimentaire s'était embouti au coude inférieur et était complètement déchiré en cette partie. On remplaça ce double coude par un tuyau simplement courbé débouchant à la partie supérieure du coffre à vapeur. Avec cette nouvelle disposition, on ne constata plus aucun choc. La forme du tuyau était donc la seule cause. Cette disposition, du reste, est celle qui a été employée par le même constructeur sur la *Salve* et le *Turco*.

Sur les cuirassés *Suffren, Requin, Tonnerre* et *Furieux*, les tuyaux alimentaires débouchent sans prolongement dans la chaudière.

Le régulateur d'alimentation avec son clapet de retenue est directement fixé sur la face de la chaudière. Quand le clapet est bien étanché, qu'il n'y a pas retour d'eau chaude dans les tuyaux d'alimentation, il ne se produit aucun choc.

De toutes ces observations, il semble donc résulter que les causes des chocs dans les tuyaux alimentaires se prolongeant dans les chaudières sont dues à l'insuffisance de la vitesse d'eau d'alimentation à son entrée dans les chaudières, à la forme du tuyautage et à la différence de température entre l'eau d'alimentation et celle de la chaudière.

Mais l'insuffisance de la vitesse de l'eau et son intermittence sont les causes principales; l'application du giffard (fig. 238) en est la preuve; avec cet instrument il n'y a jamais de choc.

Digitized by Google

On pourrait sans doute améliorer l'alimentation, en employant le dispositif représenté par la figure 238 où il y aurait régularité dans le débit de l'alimentation, simplification du tuyautage et augmentation de température. Ce dispositif comprendrait un cône C fixé sur la

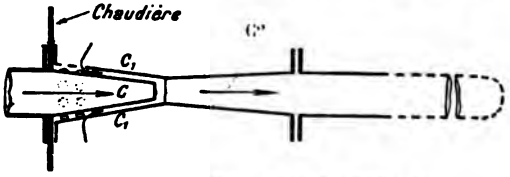


Fig. 238. — Disposition du *Giffard*.

façade de la chaudière dans lequel arriverait l'eau d'alimentation ; ce cône serait enveloppé d'un cône C' crépiné à sa base, et d'un cône renversé C'' prolongé par un tyau cylindrique crépiné. L'eau d'alimentation arrivant avec une grande vitesse ferait le vide dans l'espace compris entre les cônes C et C' ; l'eau ou la vapeur, selon que l'appa-

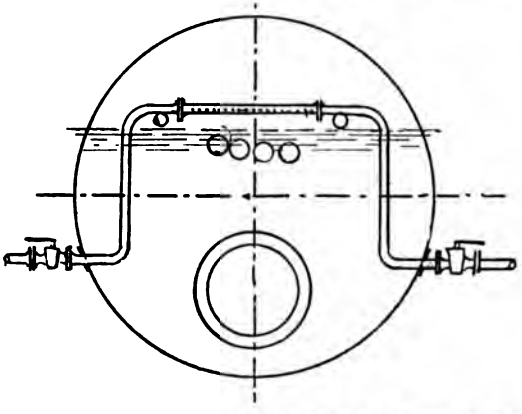


Fig. 239. — Chaudière à retour de flamme, *Dupuy-de-Lôme*.

reil serait placé dans l'eau ou la vapeur, serait attirée et viendrait se mélanger à l'eau d'alimentation en mouvement.

Par cette disposition, il y aurait grande vitesse d'écoulement, augmentation de température, et diminution dans la longueur du tuyautage.

En continuant les recherches sur les causes diverses des chocs, il a été encore possible de faire les remarques suivantes sur les chandières du *Dupuy-de-Lôme* (fig. 239) :

Digitized by Google

Sur ce bâtiment, pour assurer le service quotidien de l'éclairage électrique et de la circulation d'eau, on allume à tour de rôle une des petites chaudières à retour de flammes; le tuyau alimentaire forme l'U; les deux branches montent verticalement en partant du contour extérieur de la chaudière, et à la hauteur environ de la grille elles sont réunies par un tuyau transversal crépiné à sa partie inférieure, cette partie repose sur des tirants traversant la chaudière; le tout est placé dans le réservoir de vapeur. Pendant des essais, et à des intervalles qui n'ont pas été estimés, des chocs se sont produits dans le tuyautage intérieur d'alimentation, mais on y attachait peu d'importance, leur reproduction et leur disparition entraient dans les bruits normaux des machines.

Mais, voulant enfin rechercher leur cause, le bâtiment étant rentré dans le port, on fit différentes manœuvres, soit en modifiant la hauteur du niveau, soit la vitesse des petits chevaux alimentaires, soit enfin la hauteur de la levée du clapet du régulateur.

Tout d'abord on rechercha la part qui devait être attribuée à l'arrivée de l'eau d'alimentation dans la vapeur, et pour cela on fit baisser le niveau au-dessous de la hauteur normale, puis on mit en marche le petit cheval alimentaire qui est à double effet et à la plus petite allure possible; on ouvrit en grand le clapet du régulateur alimentaire. Après quelques tours seulement de la pompe à cette petite allure et irrégulière, il se produisit des chocs dans l'intérieur du tuyautage et enfin dans celui extérieur; on constata de plus qu'au moment où ces chocs se produisaient, il existait dans le tuyau extérieur un choc en retour qui faisait accuser à l'aiguille du manomètre placé sur ce tuyau une pression supérieure de une atmosphère à la pression de région exempte de chocs. Ces chocs étaient assez violents pour occasionner des vibrations, des secousses dans toute la chaudière. Les oscillations de l'aiguille du manomètre correspondaient exactement au moment de la production des chocs. La reproduction des chocs avait lieu après deux tours du petit cheval, ce qui résultait du débit irrégulier de la pompe.

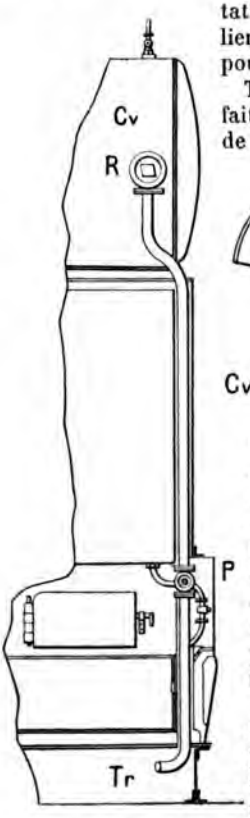
Au fur et à mesure que le niveau montait et se rapprochait de la partie inférieure du tuyautage alimentaire, les chocs diminuaient d'intensité; lorsque l'on faisait de nouveau baisser le niveau en faisant extraction, ils reparaissaient aussi intenses et progressifs au fur et à mesure que l'eau s'éloignait du tuyau. A la suite de cette expérience, tout doute disparaissait : l'irrégularité de la pompe, l'arrivée de l'eau dans la vapeur, la mauvaise étanchéité du clapet étaient les causes certaines de ces chocs.

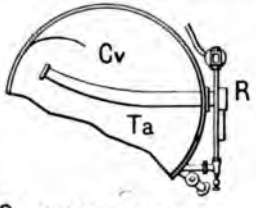
Mais dans un autre ordre d'idées, en recherchant la part seule de la vitesse de l'eau d'alimentation débouchant dans la vapeur, on fit de nouveau baisser le niveau au-dessous de la hauteur normale, et dans ces conditions on mit le thirion en marche et les chocs se reproduisirent comme précédemment. On diminua alors progressivement

Digitized by Google

l'ouverture du régulateur et les chocs diminuèrent dans la même proportion et en continuant à diminuer l'ouverture du régulateur jusqu'à ce que l'on obtînt une pression au tuyau de refoulement supérieure d'une atmosphère à la pression des chaudières, les chocs disparurent complètement. Dans cette expérience on n'avait modifié que l'ouverture du robinet, ce qui donnait à l'eau d'alimentation une vitesse plus grande et un débit régulier : la vitesse jouait donc le rôle principal pour la production des chocs.

Toutes ces dernières observations ayant été faites dans des conditions spéciales de dépense de vapeur et par conséquent d'eau d'alimentation, on répéta l'expérience, comme si la chauffe devait être poussée de façon à faire produire aux chaudières une quantité voisine de leur production maximum. On fit de nouveau baisser le niveau et on mit en marche le petit cheval à l'allure des essais antérieurs correspondant à cette puissance. La pression aux pompes étant seulement supérieure à celle des chaudières d'une demi-atmosphère, les chocs ne se produisirent pas même au début de la mise en marche. Dans ce dernier essai le tuyau alimentaire extérieur restait froid; il était donc maintenu constamment plein d'eau, et aucun mouvement anormal n'était indiqué par l'aiguille du manomètre.





Cv *Coffre à vapeur*

Fig. 240. — Niclausse.

Une quatrième observation paraissait intéressante à faire : elle consistait à prendre pour alimenter de l'eau d'une autre chaudière dont la température était d'environ 80°; cette dernière eût montré le rôle de la température; mais les garnitures des pistons des pompes alimentaires étant en cuir, on dut renoncer à cet essai.

De toutes ces observations il reste donc acquis que l'arrivée de l'eau d'alimentation dans la vapeur ne donne lieu à des chocs dans le tuyau alimentaire que dans certaines conditions spéciales que l'on pourra éviter.

De toutes les causes, l'irrégularité de la vitesse de l'eau et la disposition intérieure du tuyautage paraissaient les plus probantes.

Digitized by Google

Cette deuxième cause a été complètement vérifiée dans les derniers essais du *Dupuy-de-Lôme*, et dans des observations faites avec le plus grand soin sur les chaudières multitubulaires système Niclausse (fig. 240) dans lesquelles le tuyau d'alimentation débouche complètement dans la vapeur. La disposition consiste en un simple tuyau recourbé en arc de cercle dont le jet d'axe est dirigé de bas en haut. L'écoulement se fait à pleine section du tuyau contre un masque en tôle riveté à la partie supérieure du coffre à vapeur. Cette disposition ressemble à celle de M. Oriolle employée sur la *Salve*.

Dans l'une comme dans l'autre, l'entrée du tuyau alimentaire est immédiatement précédée d'une boîte renfermant un clapet de retenue

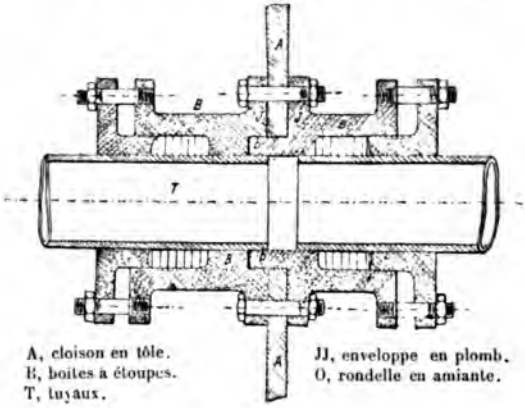


Fig. 241. — Joints glissants.

et fixée sur la chaudière. Les tuyaux de la *Salve* et de M. Niclausse sont courbés en arc de cercle; ils ne diffèrent sur les premiers types de chaudière Niclausse que par la direction du jet. Sur les chaudières Oriolle, il se fait de haut en bas, et sur les premiers types Niclausse de bas en haut; dans les nouvelles chaudières Niclausse il se fait de la même manière que les Oriolle, et sur le Niclausse du *Friant* (voir les chaudières du *Friant*) ce jet est vertical et tombe en pluie dans une cloche. Avec ces dispositions de tuyautage et le clapet de retenue (fig. 134), jamais aucun choc ne s'est produit. Ce résultat s'expli que par ce fait que : quelle que soit l'irrégularité des pompes, le tuyaux restent toujours ou complètement pleins ou complètemen vides; que le clapet de retenue étant sur la chaudière même, il n saurait y avoir de chocs pas plus dans le tuyau intérieur que dan celui de l'extérieur. Si le tuyau débouche de bas en haut, il rest plein; s'il débouche de haut en bas, il est complètement vide. L

Digitized by Google

vapeur n'étant en contact qu'avec la surface de l'eau d'alimentation et ne pouvant pas pénétrer dans le tuyau qui reste plein, il ne saurait y avoir de chocs en retour par la condensation de la vapeur. De même dans la disposition Oriolle de la *Salve*.

Dans les chaudières type Amirauté du *Dupuy-de-Lôme* et dans les deux chaudières cylindriques à retour de flammes, les tuyaux alimentaires forment dans la chaudière un *U* dont les deux branches sont reliées par un tuyau horizontal crépiné seulement à sa partie inférieure. Ces tuyaux présentent dans la chaudière un certain développement. Une des branches de l'U reçoit l'eau d'alimentation des pompes des machines, et l'autre celle des pompes auxiliaires lorsque ces dernières fonctionnent ; en somme, il n'y a jamais en service courant qu'une de ces tranches qui reçoive l'eau d'alimentation directement. Dans les deux chaudières auxiliaires, les branches de l'U sont légèrement inclinées vers le fond de la chaudière, mais l'ensemble du tuyautage est également considérable.

Dans les essais de recette du *Dupuy-de-Lôme*, les chocs ont été tellement violents que les branches de l'U se sont déchirées dans les parties avoisinant la partie horizontale et dans les petites chaudières, ce sont les boulons des joints des branches de l'U, avec la partie crépinée qui ont cassé.

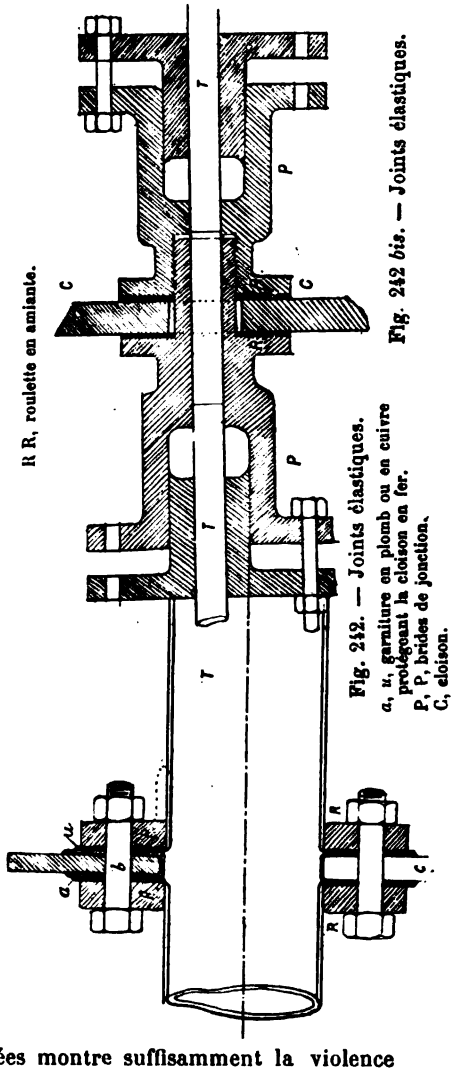


Fig. 242. — Joints élastiques.
a, u, garniture en plomb ou en cuivre protégeant la cloison en fer.
P, P, brides de jonction.
C, cloison.

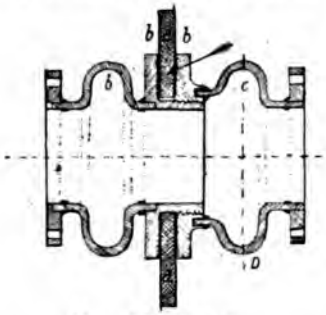
Fig. 242 *bis*. — Joints élastiques.

La nature des avaries constatées montre suffisamment la violence des chocs qui se sont produits. Si l'on compare ce résultat obtenu avec celui de la *Lance*, de l'*Alarme* et du *Défi*, dont les tuyaux alimen-

Digitized by Google

taires ont également un grand développement et sont alternativement placés et dans l'eau et dans la vapeur, on voit qu'il ne peut être différent de celui de ces derniers que par la différence du crépinagé. Sur la *Lance* et l'*Alarme* le tuyau alimentaire est crépiné sur toute la longueur.

Avec ce crépinage sur toute la longueur, les chocs en retour ne peuvent se produire que difficilement, ou du moins ils doivent être très atténués; car la longueur du tuyau étant divisée par le crépinage en une infinité de petits tronçons cylindriques, n'ayant pour hauteur que la distance entre les trous ou sections formant la crépine, il ne saurait se produire des marteaux d'eau.



bb, rondelle d'amiante.

Fig. 243. — Joints élastiques.

Si la vapeur venait à pénétrer dans le tuyau entre les tronçons cylindriques. il ne saurait y avoir de chocs en retour; car l'eau s'échapperait par l'infinité des trous.

Après avoir examiné ce qui s'est passé et se passe encore sur différents types de chaudières et différentes dispositions du tuyautage alimentaire, on peut établir que :

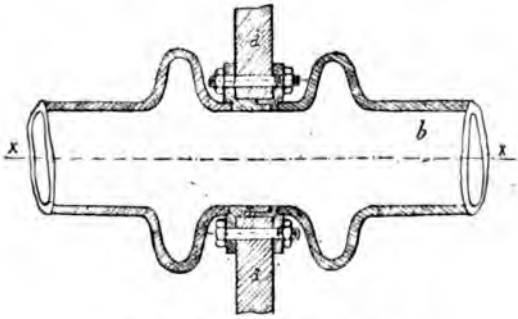


Fig. 244. — Joints élastiques.

1° Dans les chaudières type Amirauté, avec un tuyautage alimentaire débouchant dans l'intérieur de la chaudière avec un grand développement en forme d'U, dont la base horizontale seule est crépinée et débouchant en plein dans la vapeur des chocs se produisent ;

2° Que dans le même type de chaudière, avec un tuyau alimentaire débouchant dans l'eau, des chocs atténués se produisent égale-

Digitized by Google

ment dans le tuyau intérieur et extérieur, mais seulement quand le tuyau extérieur est chaud par suite du défaut d'étanchéité du clapet de retenue pendant un arrêt momentané des pompes;

3° Que dans les chaudières type locomotive, avec des tuyaux alimentaires disposés également en forme d'U, ces tuyaux baignant alternativement dans l'eau et la vapeur et étant crépinés sur toute leur longueur, aucun choc ne se produit;

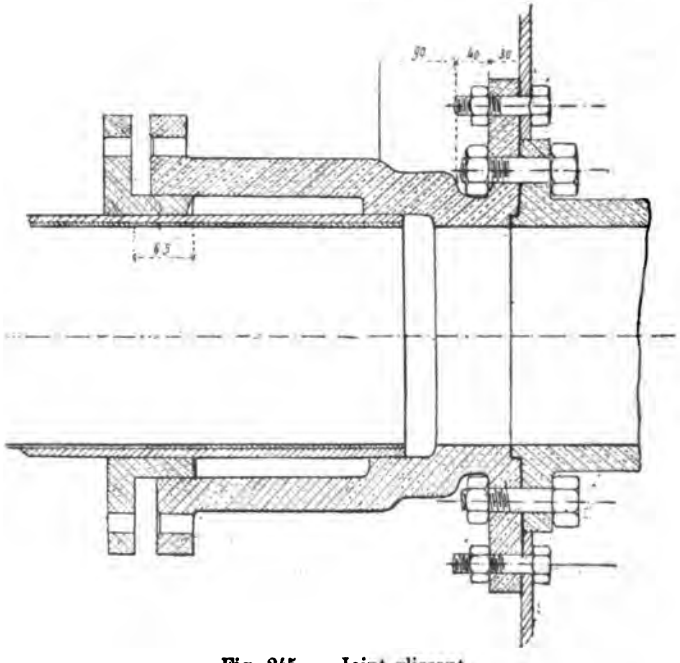


Fig. 245. — Joint glissant.

4° Que dans les chaudières Belleville, avec un ajutage débouchant dans la vapeur, à section rétrécie, avec jet à grande vitesse, aucun choc ne se produit;

5° Que dans les chaudières Oriolle, Niclausse Petit et Godard, dont les tuyaux débouchent dans la vapeur, et sont recourbés en arc de cercle, et dirigés soit de haut en bas, soit de bas en haut, aucun choc ne se produit;

6° Que dans les chaudières Dutemple, Normand, Thornycroft, le tuyau alimentaire débouchant dans l'eau, aucun choc ne se produit;

7° Que dans les chaudières où le tuyau de refoulement n'est pas pro-

Digitized by Google

longé intérieurement dans la chaudière, par un ajutage directeur du jet, cas qui s'est produit aux chaudières Thornycroft, après la chute des prolongements intérieurs; des chocs violents se produisent.

De ces observations, et des effets qui se sont produits il paraît donc possible de prévenir les chocs dans les tuyaux alimentaires en adoptant les dispositions, et en prenant les précautions indiquées ci-dessous, savoir :

1° En rendant indépendants les tuyaux de refoulement alimentaires des machines de celui des machines auxiliaires ;

2° En plaçant un clapet de retenue sur le coffre à vapeur;

3° En évitant les coudes dans les tuyaux;

4° En diminuant leur longueur;

5° En les crépinant sur toute leur longueur;

6° En faisant fonctionner régulièrement les pompes alimentaires de façon à obtenir un jet continu. La pression sur le récipient des pompes devant être au moins supérieure d'une demi-atmosphère à la pression des chaudières;

7° En réglant convenablement la hauteur de levée des clapets de retenue pour obtenir un jet continu ;

8° En donnant au tuyau, dans l'intérieur de la chaudière, une forme recourbée de manière qu'en le faisant déboucher dans la direction de haut en bas ou de bas en haut, ce tuyau reste ou complètement plein ou complètement vide.

Ces indications qui ont donné lieu à des applications et à des expériences dirigées par le génie maritime, ont été confirmées par l'expérience. A la suite du rapport du directeur du matériel au ministre de la marine, les constructeurs devront donc en tenir compte dans les installations des tuyautages.

Réglementation des épreuves à faire subir aux conduites de vapeur, — et différents modes de jonction de tuyaux pour empêcher la fatigue produite par la dilatation et la contraction, et protéger les cloisons qu'ils traversent.

Les conduites de vapeur auxquelles s'applique la présente réglementation comprennent les tuyautages de vapeur et d'alimentation, ainsi que leurs accessoires.

1° *Tuyautages et accessoires neufs.* — Les tuyautages confectionnés ainsi que les accessoires, boîtes à soupapes, obturateurs, etc., doivent être essayés avant leur mise en place, éprouvés à l'eau froide, à la pression de 2 Po, c'est-à-dire à une pression double de la pression de régime des chaudières qu'ils doivent desservir.

Lorsqu'il s'agit d'organes situés en aval des détendeurs, la pression d'épreuve est double de la pression produite par ces détendeurs, sans qu'en aucun cas la pression d'essais puisse descendre au-dessous de Po + 6 kilogrammes.

Digitized by Google

Lorsque l'alimentation se fait avec une surpression, comme cela a lieu pour les chaudières Belleville, la pression d'épreuve des tuyaux d'alimentation est portée à 2 Po + 10 kilogrammes.

Après montage, mais avant l'application des revêtements calorifuges, et avant toute chauffe, les mêmes appareils doivent être envoyés à la pression d'épreuve admise pour les chaudières, c'est-à-dire à : 2 Po, Po + 6 kilogrammes ou Po + 8 kilogrammes suivant les cas, en vue de vérifier la bonne tenue des assemblages.

2° *Tuyautages et accessoires des bâtiments désarmés ou en réparations.* — Lorsque les bâtiments passent par la position du désarmement, on doit procéder à une visite complète des appareils et mettre à profit l'indisponibilité qui résulte de cette situation pour dégarnir et démonter les conduites de vapeur.

Les diverses parties du tuyautage ainsi que les accessoires transportés à l'atelier doivent y être minutieusement examinés, remis en état et traités au point de vue des épreuves comme des appareils neufs, c'est-à-dire éprouvés d'abord à terre à la pression de 2 Po ou 2 Po + 10 kilogrammes et après montage à bord, à la pression de 2 Po, Po + 6 kilogrammes ou Po + 8 kilogrammes suivant les cas.

On agira de la sorte en cas de changement des chaudières. Enfin ces mêmes épreuves sont applicables obligatoirement aux portions de tuyautage subissant en cours de service d'importantes réparations.

3° *Tuyautages et accessoires des appareils en service.* — En outre de ce qui vient d'être prescrit au paragraphe précédent, les tuyautages et accessoires des appareils à vapeur en service, machines à terre, machines à bord des bâtiments armés ou en réserve, doivent être éprouvés périodiquement dans les conditions suivantes :

1° Chaque fois que l'on fait subir aux chaudières l'épreuve d'étanchéité à pression réduite (Po + 1^{kg},5 ou Po + 3 kilogrammes), c'est-à-dire annuellement pour les bâtiments armés ou en première catégorie de réserve, tous les deux ans pour les bâtiments en réserve 2e et 3e catégories, tous les six mois pour les torpilleurs munis de chaudières multitubulaires, on fera subir la même épreuve aux tuyautages et accessoires.

Toutefois les portions de tuyautage pour lesquelles au moment de l'essai périodique des chaudières il se serait écoulé moins d'une année depuis leur dernière épreuve à pleine pression, pourront ne pas subir de nouvel essai si en cours de service aucun indice de fatigue n'est apparu.

Pour ces épreuves à pression réduite on pourra se contenter de ne dégarnir que les brides et les tubulures, à moins de motifs particuliers exigeant le démontage de tout ou partie des vêtements calorifuges.

2° Entre deux changements de chaudières consécutifs, on procédera

Digitized by Google

pour le tuyautage et les accessoires à la série complète des épreuves prescrites pour les appareils neufs.

La durée moyenne des chaudières des bâtiments armés étant de huit à dix années, les tuyautages se trouveront ainsi essayés à fond tous les quatre ou cinq ans. On devra profiter des circonstances qui pourront se présenter, travaux divers intéressant la coque, l'armement ou l'appareil moteur, séjour prolongé en réserve, etc., pour faire subir ces épreuves complètes aux tuyautages et accessoires dans le cours de la quatrième ou cinquième année à partir de la dernière série d'essais de l'espèce.

Presse-étoupe et différents modes d'assemblage des tuyaux de vapeur. — Dans l'établissement du tuyautage de plusieurs bâtiments, les joints des tuyaux de vapeur se faisaient directement sur les cloisons qu'ils traversaient : il résultait de cette disposition que la tôle de la cloison s'usait rapidement et que l'usure atteignait très vite les boulons et que le joint n'était plus étanche, ou bien que les tuyaux étaient placés entre les cloisons comme des entretoises et que par suite de leur dilatation il en résultait de très grandes fatigues sur les brides d'assemblage.

Pour remédier aux inconvénients signalés on a employé des dispositions représentées par les figures 241, 242, 242 *bis*, 243, 244 et 245.

NOTE

Sur les essais à froid à faire subir au tuyautage de vapeur, en cuivre rouge, des machines marines. — La circulaire ministérielle du 24 janvier 1895 invite les divers services à rechercher : 1° s'il convient de rendre obligatoire un essai *périodique* du tuyautage de vapeur, analogue à celui que subissent réglementairement les chaudières; 2° les conditions de cet essai, au cas où sa nécessité s'imposerait.

Avant de traiter ces deux questions, dont les difficultés ont été exposées dans la note de M. l'Inspecteur général du génie maritime en date du 9 janvier 1895, il semble qu'il y a un intérêt au moins égal à examiner si les épreuves à froid que l'on fait subir à ce tuyautage, *lors de la mise en place*, offrent les garanties de sécurité désirables.

La note présente a pour but de démontrer qu'il n'en est rien et qu'il y a lieu de remplacer les charges d'épreuves actuellement employées.

1° *Charges d'épreuves actuelles* (*leur insuffisance*). — Après avoir tracé sur la figure 1 les axes de coordonnées rectangulaires, *ox* et *oy*, indiquant la pression en *atm*, et mené la ligne bissectrice OR de l'angle ainsi formé, si l'on prolonge d'une quantité égale, de *b* en C, l'ordonnée *ab* correspondant à 6 atmosphères et qu'après avoir joint OC

Digitized by Google

on trace CD parallèle à OR, la droite OR se rapportera aux diverses pressions de régime de 0 à 27 atmosphères et la ligne brisée OCD indiquera les pressions d'épreuve correspondantes auxquelles les tuyautages sont actuellement soumis au moment de leur mise en place.

Pour une pression de régime p, celle d'épreuve sera bien en effet $\alpha = 2p$ jusqu'à 6 atmosphères et $\alpha = p + 6$ au delà de cette valeur.

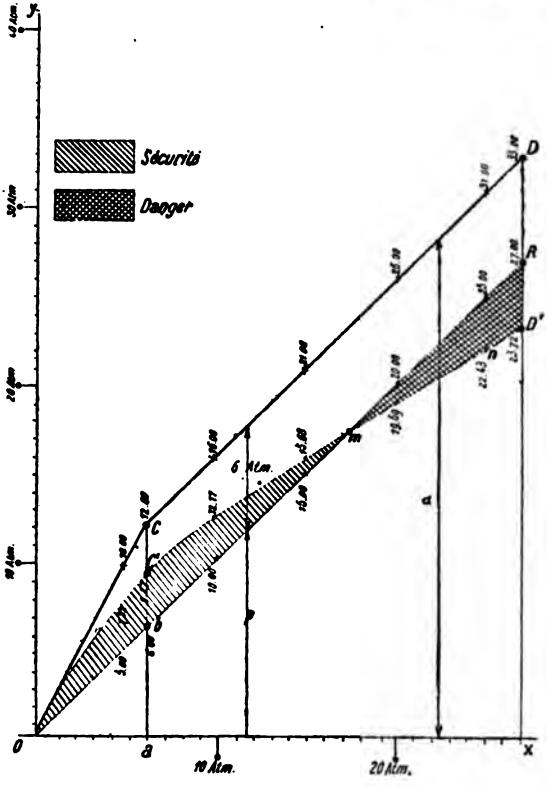


Fig. 246. — Vue 1.

La zone comprise entre OCD et OR serait donc représentative de la sécurité qui se rapporte à cette règle, si le cuivre présentait à chaud la même résistance qu'à froid.

Comme celle-ci diminue à mesure que la température et par suite que la pression augmentent, il a fallu pour déterminer le degré de sécurité réelle tracer la ligne OC'D' représentant les pressions *à chaud*

Digitized by Google

qui font travailler le métal autant qu'il le fait aux pressions *à froid* mesurées sur OCD (1).

D'après cette nouvelle ligne, il résulte que les essais actuels n'offrent de garanties que de O en M, de 0 à 17 atmosphères, et qu'au delà de *m* en *n* le métal travaille davantage *sous la pression de régime en marche*, qu'il ne l'a fait à froid aux essais.

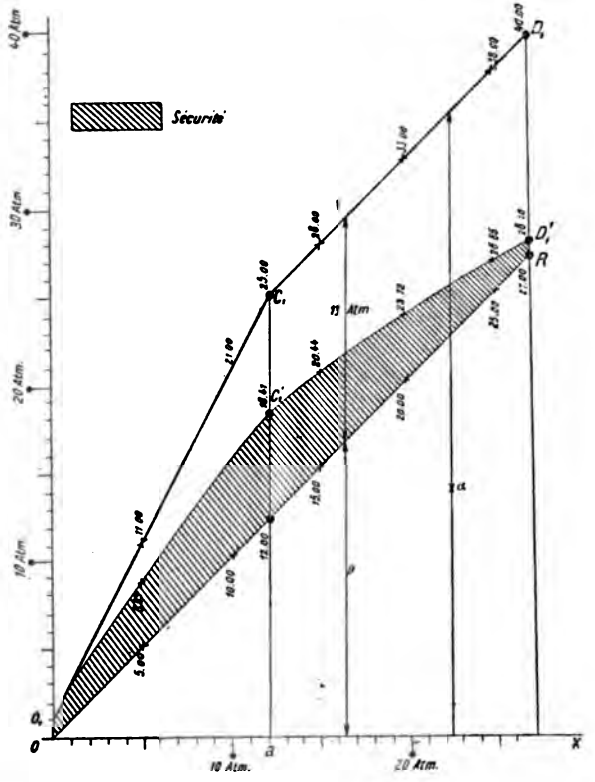


Fig. 246. — Vue 2.

(1) Etant donné que le cuivre éprouve par 100° de température, de 0 à 250°, une diminution de résistance égale aux 0,128 de sa résistance à froid, on trouve par quelques artifices de calcul que le cuivre travaille de la même façon aux pressions à froid 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 atmosphères qu'aux pressions à chaud 4,08, 7,82, 11,46, 15, 18,41, 21,79, 25, 28,1, 311, atmosphères.

C'est d'après ces relations que la ligne OC'D' a été tracée.

Digitized by Google

Il y a là un grave danger ;

2° *Charges d'épreuve à adopter.* — Pour le conjurer, il suffit d'augmenter convenablement les valeurs actuelles en faisant usage de règles appropriées.

Celles adoptées par dépêche du 18 juin 1892 pour les accessoires

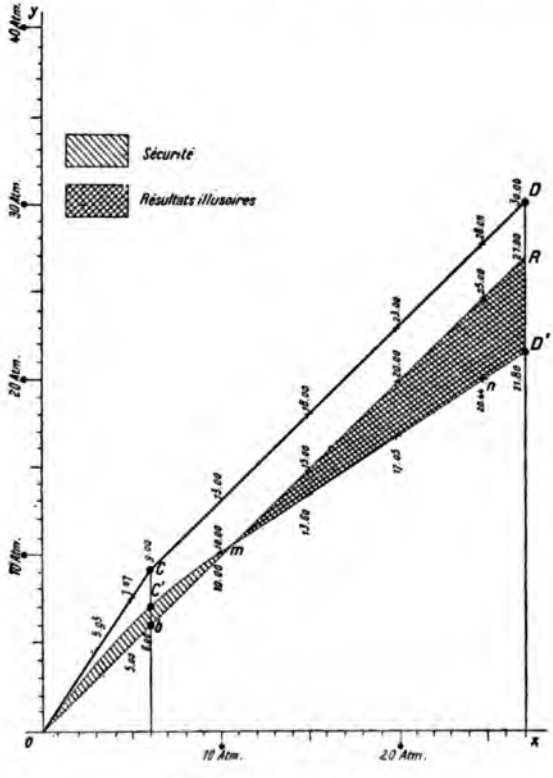


Fig. 246. — Vue 3.

des chaudières et telles que $\alpha = 2p + 1$ jusqu'à 12 atmosphères et $\alpha = p + 13$ atmosphères au delà, semblent présenter des garanties suffisantes.

En prenant $OO_1 = 1$ atmosphère (voir vue 2) et $AC_1 = 25$ atmosphères à l'extrémité de l'abscisse 12 atmosphères, si l'on joint O_1, C_1 et que l'on mène $C_1 D_1$ parallèle à OR, la ligne $O_1 C_1 D_1$ représentera

Digitized by Google

les pressions lors des épreuves *à froid* à faire avec ces nouvelles valeurs.

Pour obtenir la ligne $O_1 C'_1 D'_1$ relative aux pressions *à chaud* qui feraient travailler le métal de la même manière, il suffit d'user de l'artifice décrit dans le renvoi [1] qui précède.

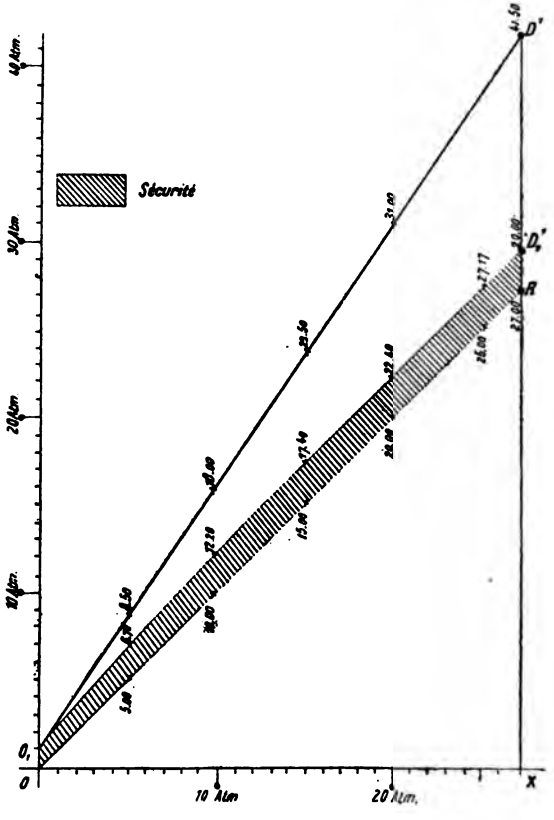


Fig. 246. — Vue 4.

En adoptant cette règle, on voit que la sécurité serait largement suffisante tout le long de l'échelle et surtout de 6 à 20 atmosphères de régime, qui sont aujourd'hui les pressions les plus généralement employées.

[1] Dép. du 18 octobre 1887 dit que Cherbourg à la suite d'une avarie demanda à étendre au tuyautage les essais des chaudières.

Digitized by Google

3° *Essais périodiques* (*leur convenance*). — La dépêche du 19 novembre 1887 a prescrit ces essais pour les torpilleurs à la pression $x = 1,5p$ jusqu'à 6 atmosphères de régime et $x = p + 3$ atmosphères au-dessus de cette valeur, qui est celle employée pour les chaudières.

En répétant d'après cette règle le tracé de la vue 1, on obtient sur la vue 3 la nouvelle courbe OC'D' qui montre le peu de garantie ainsi obtenue et combien ces essais sont illusoires lorsque la pression de régime est supérieure à 10 atmosphères.

Afin d'obtenir la sécurité désirable, il faut donc adopter une nouvelle règle pour ces essais périodiques.

Celle qui a servi au tracé de la vue 4 paraît satisfaire à toutes les conditions et est telle que la pression à employer pour ces essais à froid s'élève à 1 atmosphère, plus une fois et demie la pression de régime. En d'autres termes $x = 1,5\,p + 1$ atmosphère.

Comme les charges ainsi obtenues dépassent celles à employer pour les chaudières, les essais du tuyautage devront être faits en l'isolant de ces récipients.

Résumé et conclusions. — Sans entrer dans d'autres considérations, il résulte de ce qui précède :

1° Que les épreuves des tuyaux de vapeur en cuivre rouge n'offrent en général aucune garantie avec les charges d'épreuves actuelles;

2° Qu'il y a lieu d'étendre à ces tuyaux les règles posées pour les accessoires des chaudières le 18 juin 1892;

3° Que les essais périodiques du tuyautage, opérés sur les torpilleurs d'après les règles du 27 août 1890, ne sont peut-être pas suffisants pour donner toute la sécurité possible ;

4° Que ces essais devraient être opérés sur tous les bâtiments en isolant le tuyautage des chaudières et avec des charges égales à 1 atmosphère, plus une fois et demie la pression de régime.

Nota. — En raison des difficultés d'exécution, il paraît convenable d'attendre les propositions des escadres et des diverses directions avant de se prononcer sur la périodicité à employer pour ces derniers essais et sur les procédés pratiques à adopter.

RÈGLE SUIVIE

AUX « CONSTRUCTIONS NAVALES DE CHERBOURG »

POUR DÉTERMINER LA DURÉE PROBABLE DES CHAUDIÈRES

En appelant : T cette durée probable ;
t la durée maximum déduite de la pratique ;
n le nombre d'heures de chauffe réalisé ;
N le nombre maximum d'heures de chauffe prévu ;
m l'âge de la chaudière,

Digitized by Google

On obtient : $$T = t - t\frac{n}{N} - \frac{1}{3}m.$$

VALEUR DE t	VALEUR DE N	
Pour les chaudières prismatiques : 7 ans.	8 000 heures de chauffe.	
— cylindriques : 9 ans	19 000 —	
— auxiliaires cylindriques : 9 ans.	20 000 —	
— Dutemple : 6 ans	5 000 —	
— Belleville : 6 ans	5 000 à 6 000 —	Suivant le mode de construction.
— type locomotive : 6 à 8 ans .	5 000 à 6 000 —	

Nota. — Dans tous les cas une chaudière est condamnée lorsque son épaisseur e tombe au-dessous des 7/10 de celle de E à l'origine.

EXEMPLES

1° *Une chaudière locomotive Normand a* 4 000 *H de chauffe et est âgée de six ans. Quelle est la durée probable ?*

$$t = 8 ; N = 6000 ; m = 6.$$

$$T = 8 - 8\frac{4000}{6000} - \frac{6}{3} = 8 \text{ mois.}$$

2° *Cette chaudière n'a que* 500 *H. de chauffe ?*

$$T = 8 - 8\frac{500}{6000} - \frac{6}{3} = 5 \text{ ans } 4 \text{ mois.}$$

3° *Cette chaudière n'a pas chauffé.*

$$T = 8 - 0 - \frac{6}{3} = 6 \text{ ans.}$$

Nota. — Si elle ne chauffe jamais, lorsque T égalera zéro, on aura :

$$t = \frac{1}{3}m \text{ ou } m = 3t = 3 \times 8 = 24 \text{ ans.}$$

Elle arrivera à 24 ans.

AUTRE EXEMPLE

1° *Une chaudière locomotive Normand a* 4000 *H. de chauffe. Huit ans de durée (mise à bord). Quelle est sa durée probable ?*

$$T = 8 - 8\frac{4000}{6000} - \frac{8}{3} = 0.$$

2° *La même chaudière n'a que* 4000 *H. de chauffe.*

$$T = 8 - 8\frac{1000}{6000} - \frac{8}{3} = 4 \text{ ans.}$$

Digitized by Google

3° *La chaudière n'a jamais chauffé.*

$$T = 8 - 8\,\frac{0}{6000} - \frac{8}{3} = 5 \text{ ans } \frac{1}{3}.$$

Si elle ne chauffe jamais, elle durera 24 ans parce que $8 = \frac{24}{3}$.

ALLOCATION DE HOUILLE

POUR LES DIFFÉRENTS TYPES DE CHAUDIÈRES

PAR MÈTRE CARRÉ DE SURFACE DE GRILLE

(*Dépêche ministérielle du* 17 *août* 1895.)

	ALLUMAGE	ENTRETIEN	REMISE en activité
Chaudières prismatiques	170	5	85
— cylindriques à retour de flamme.	150	5	75
— cylindriques à flamme directe.	170	5	75
— type locomotive.	120	4	60
— multitubulaires (Belleville-d'Allest)	110	4	55
— Collet, Dutemple, Normand, Thornycroft, Oriolle . .	110	4	55

Digitized by Google

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE

CONDUITE DES FEUX ET DES CHAUDIÈRES

OUTILS DE CHAUFFE

D. — Quels sont les outils servant à la conduite des feux ?
R. — Ces outils sont :
1° La pelle qui sert à jeter le charbon sur la grille (fig. 247);

Fig. 247. — Pelle.

2° Le crochet (fig. 248) qui est employé pour faire tomber dans le cendrier les cendres qui entourent le charbon et les escarbilles arrêtées entre les barreaux de grilles. Le crochet est un outil dont il faut se servir souvent, notamment lorsqu'on veut activer les feux ;

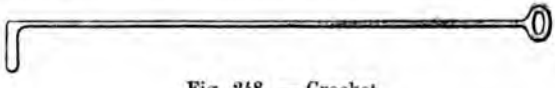


Fig. 248. — Crochet.

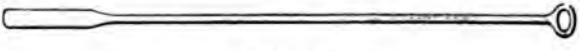


Fig. 249. — Lance.

3° La lance (fig. 249) qui sert à enlever les gâteaux de mâchefer qui se collent sur les grilles;

Digitized by Google

4° Le rouable (fig. 250) qui sert à ramener le charbon enflammé sur celui qui ne l'est pas encore, à retirer le mâchefer du fourneau et à mettre bas les feux ;

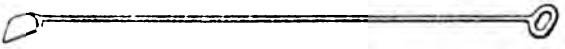


Fig. 250. — Rouable.

5° La masse qui sert à casser le charbon de la grosseur convenable avant de le jeter dans le fourneau ;

6° La pince pour enlever les grilles et le mâchefer (torpilleurs) (fig. 251).

Fig. 251. — Pince.

7° La brosse plate en fil d'acier, pour enlever les nids d'hirondelles

Fig. 252. — Brosse en fil d'acier.

et pour passer entre les tubes pour les nettoyer, sur les chaudières multitubulaires (fig. 252).

PRÉPARATIFS POUR L'ALLUMAGE

D. — Quelles sont les dispositions à prendre pour être en mesure d'allumer les feux ?

R. — Les chaudières ayant été préalablement ramonées, nettoyées à l'intérieur, et visité leur robinetterie, et les différentes soupapes, il faut :

1° S'assurer qu'il ne reste aucun objet dans leur intérieur, que les plaques de zinc sont bien en place. Cela fait, fermer tous les autoclaves, trous d'homme et trous de sel.

2° Faire le plein des chaudières qui doivent être allumées.

3° Charger les fourneaux.

4° Guinder la cheminée si elle est à longue-vue, crocher les haubans, en leur laissant un peu de mou, que l'on rectifiera quand elle

Digitized by Google

aura pris sa température normale, et rabattre les capots si l'on doit allumer les feux aussitôt après avoir fait le plein et chargé les fourneaux.

D. — Comment fait-on le plein des chaudières ? Quelles précautions prend-on ?

R. — Avant de faire le plein d'une chaudière, on s'assure que toutes les portes de visite et de nettoyage sont fermées ainsi que le robinet de vidange, ensuite on éclaire le tube de niveau d'eau; puis on ouvre les robinets jauges, ceux du tube de niveau et la soupape de sûreté afin de laisser échapper l'air qui s'opposerait à l'introduction de l'eau. Cela fait, on ouvre le régulateur d'alimentation et la prise d'eau à la mer. On ferme les robinets des tubes de niveau et les robinets jauges au fur et à mesure qu'ils donnent de l'eau, on laisse monter le niveau jusqu'à mi tube, et on ferme le régulateur d'alimentation. Si l'on veut accélérer le plein, on peut, dans certains cas, profiter des robinets d'extractions pour introduire de l'eau en même temps; le plein terminé on ferme la prise d'eau.

Lorsque le niveau de la chaudière est au-dessus de la flottaison, le plein se complète au moyen d'une pompe à bras.

D. — Quelle est la qualité du charbon employé dans la marine ?

R. — Pour les essais, afin de pouvoir comparer les machines dans leurs dépenses et leur puissance, on emploie la même qualité de charbon qui est l'Anzin.

Dans les ports du Nord ce combustible est celui qui est employé; la facilité d'approvisionnement en est la raison naturelle.

A Toulon on emploie en service courant un mélange de charbons extraits des départements du Gard et des Bouches-du-Rhône.

Le mélange est composé de :

2/5 de Grand-Combe,

2/5 de Porte-Sénéchas

Et 1/5 de Rocher bleu qui est un charbon flambant.

On emploie aussi la Rochebelle, en remplacement dans la même proportion de l'une ou de l'autre des deux premières; ces charbons sont en briquettes, le Rocher bleu est de petites dimensions.

Dans les autres ports la qualité du charbon employé dépend de la facilité de l'approvisionnement et c'est généralement de l'Anzin de diverses qualités, plus ou moins épuré, que l'on emploie sous forme de briquettes. Pour les essais la qualité est toujours la même afin de ne pas avoir à faire entrer un nouvel élément dans le calcul des appareils.

D. — Comment opère-t-on l'arrimage dans les soutes ?

R. — Sur les grands bâtiments, l'arrimage le plus avantageux consiste à former des plans en plaçant les briquettes à plat. Sur les tor-

Digitized by Google

pilleurs où les soutes sont étroites, il est plus avantageux de les placer sur champ.

CHARGER UN FOURNEAU

DISPOSITIONS A PRENDRE AVANT DE CHARGER UN FOURNEAU

D. — Que fait-on avant de charger un fourneau?

R. — Avant de charger un fourneau, on commence par s'assurer que toutes les grilles sont en place, et qu'elles ont l'écartement voulu ; que l'autel et tous les accessoires du foyer et du cendrier sont en parfait état.

Cette visite faite, on prépare le charbon sur le parquet, en le cassant de la grosseur du poing (moyen), si le charbon est gras et se boursoufle au feu, et un peu plus gros pour du charbon ne se boursouflant pas. On ouvre ensuite la boîte à fumée pour diminuer le tirage dans le fourneau; on place une lampe de mineur sur l'avant du fourneau entre une de ses faces verticales et sa porte, puis on charge le fourneau d'une couche de 12 à 15 centimètres à partir du fond en ayant soin toutefois de laisser une place libre sur l'avant de la sole pour y placer le bois formant bûcher qui doit être disposé de la façon suivante : sur deux morceaux de charbon on place en travers du fourneau un morceau de bois servant d'appui à d'autres morceaux que l'on place dans le sens de la longueur de la grille et sur lesquels on met quelques morceaux de charbon.

On dispose sur l'avant du fourneau du bois menu, des copeaux ou des étoupes grasses. Le fourneau ainsi préparé est prêt à allumer.

ALLUMER LES FEUX

DISPOSITIONS A PRENDRE

D. — Quelles dispositions prend-on lorsqu'on doit allumer les feux ?

R. — Lorsqu'on est sur le point d'allumer des feux, il faut encore s'assurer que le niveau n'a pas varié et qu'il n'existe de fuite d'eau nulle part.

On fait ensuite une visite dans les cendriers et les boîtes à fumée afin qu'il n'y reste aucun objet ; on enlève le capot de la cheminée et on croche les haubans.

A l'ordre d'allumer, on ferme les cendriers, on ouvre les portes des fourneaux, et on allume les copeaux.

A mesure que les feux prennent de l'activité, on place à la main des morceaux de charbon sur le bois enflammé ; et lorsque sur l'avant

Digitized by Google

du fourneau il s'est formé un bon brasier, on commence à l'étendre sur le charbon non encore allumé, et quand le feu se propage sur le fond du fourneau on prend le rouable et on l'étend sur toute la longueur de la grille en ayant soin de ramener sur l'avant du fourneau le charbon qui n'est pas encore allumé.

Les feux étant dans ces conditions, on ferme les portes des fourneaux et on ouvre celles des cendriers.

Le fourneau est alors complètement soumis à l'action du tirage qui s'est établi. On décolle les soupapes d'arrêt et de communication afin de les empêcher de se coincer et aussi pour envoyer de l'air chaud dans les machines. La durée de l'allumage est de une heure et demie dans les chaudières à moyenne pression, et de trois à quatre heures et plus sur les chaudières à haute pression type Amirauté, et de deux heures et demie à trois heures pour les chaudières type locomotive des torpilleurs, et de cinquante minutes à une heure sur les chaudières multitubulaires, types Dutemple, Belleville, etc. Ce temps pourrait être réduit en cas d'urgence en employant beaucoup plus de bois pour faciliter l'allumage et la mise en pression. On compte une heure et demie à deux heures pour la mise en pression des chaudières Lagraffel.

DÉFAUT DE TIRAGE

MOYENS EMPLOYÉS POUR Y PORTER REMÈDE

D. — Lorsque en allumant les feux on s'aperçoit qu'il n'y a pas de tirage, que la fumée revient par la porte des fourneaux, que fait-on ?

R. — Lorsque cet incident se produit, il faut enflammer des copeaux ou des étoupes grasses, et les jeter dans les boîtes et dans les conduits de fumée qui se trouvent directement sous la cheminée afin de déterminer le tirage. Ce moyen réussit généralement.

Ce cas se produit souvent par un temps mou. Il est donc utile, pour parer le plus vite possible à cet inconvénient, d'avoir toujours des matières facilement inflammables sous la main.

Quand on doit allumer les feux, il est bien entendu que les portes des soutes à charbon sont ouvertes, que tous les outils de chauffe sont à la portée des chauffeurs, que les tubes de niveau sont éclairés et que toutes les lampes nécessaires à l'allumage des feux sont disposées.

D. — Lorsque pendant l'allumage, les feux étant en pleine activité, il se produit des trépidations dans les chaudières, que fait-on pour les faire cesser ?

R. — Lorsque ces trépidations se produisent sous l'action d'un tirage énergique, il suffit simplement, pour les faire disparaître, d'ouvrir une porte de fourneau ou de fermer celles d'un cendrier.

Digitized by Google

TIRAGE

D. — Qu'appelle-t-on tirage naturel ?

R. — On appelle tirage naturel celui qui est obtenu par l'action seule de la cheminée, qui appelle dans le cendrier la quantité d'air suffisante pour donner lieu à une bonne combustion. Ce tirage est celui qui existe actuellement sur les chaudières à moyenne pression produisant assez de vapeur pour que la machine développe sa puissance.

D. — Qu'appelle-t-on tirage forcé (fig. 86 et 87, p. 81) ?

R. — On appelle tirage forcé celui qui est obtenu soit par l'addition d'un jet direct de vapeur dans la cheminée, soit par un courant d'air sous pression dans les chaufferies qui sont alors fermées. C'est ce que l'on appelle dans ce dernier cas tirage en vase clos ; soit encore par un jet d'air sous pression obtenu par un ventilateur ou un compresseur débouchant à une certaine hauteur de la cheminée et faisant appel sous les grilles. Ce jet d'air sous pression produit une dépression dans la cheminée qui varie entre 8 millimètres et 10 millimètres pour les chaudières Belleville lorsque la consommation de charbon ne dépasse pas 130 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure.

La pression d'air pour le brassage des gaz au-dessus des grilles varie entre 800 grammes et 1 kilogramme. Pour les chaudières Lagraffel la pression d'air dans les chaufferies monte à 16 millimètres lorsque la consommation du charbon atteint 155 kilogrammes par mètre carré de grille ; pour les chaudières des torpilleurs, cette pression varie entre 5 et 7 centimètres pour les marches intermédiaires et 12 à 15 centimètres lorsque la consommation s'élève à 300 kilogrammes par mètre carré de grille. La pression d'air est indiquée par un anémomètre à eau (fig. 88).

VENTILATEUR

(Fig. 89.)

Le ventilateur est l'appareil servant à établir une pression d'air dans la chaufferie quand on marche en vase clos, c'est-à-dire à tirage forcé : cette pression varie selon l'activité du tirage, entre une hauteur d'eau de 3, 7 et 15 centimètres accusée à l'anémomètre ; il sert aussi à établir une circulation d'air dans les chambres des machines et dans tous les endroits ou l'aération naturelle est insuffisante.

Celui qui est employé dans les chaufferies des torpilleurs, se compose d'une petite machine verticale qui actionne directement une

Digitized by Google

roue à palettes courbes en forme d'hélices formant le ventilateur proprement dit. Les ailettes sont rivées sur un tambour central et sur les deux faces verticales; la face AR forme un plateau plein et celle de l'AV une simple couronne de façon de permettre à l'air de s'introduire à l'intérieur.

L'aspiration se fait à l'extérieur par une manche à vent qui vient déboucher autour du tambour central et le refoulement par l'extrémité des palettes, la roue tourne en sens contraire de la courbure des palettes. Le ventilateur est placé contre la cloison qui sépare la machine de la chaufferie. On peut ouvrir la prise de vapeur soit de la chaufferie, soit de la machine; sa vitesse maximum est de 500 à 650 tours.

Dans le cas où le ventilateur viendrait à manquer sur les grands navires, le tirage forcé est obtenu au moyen d'un jet de vapeur, dans la cheminée; cette disposition n'existe pas sur les torpilleurs, où l'on serait obligé de marcher au tirage ordinaire à cause de la dépense d'eau.

On ne doit pas employer le ventilateur pendant l'allumage des chaudières de torpilleurs, car ces chaudières doivent être chauffées lentement.

ANÉMOMÈTRE OU MANOMÈTRE A EAU

D. — Qu'est-ce que l'anémomètre ?

R. — L'anémomètre est un tube en verre recourbé en forme d'U, en partie rempli d'eau, dont une des extrémités débouche dans la chaufferie et l'autre en plein air à l'extérieur. Il sert à mesurer la pression d'air existant dans la chambre de chauffe (fig. 88, p. 81).

D. — Quel est l'avantage du tirage naturel et dans quelle circonstance l'emploie-t-on ?

R. — L'avantage du tirage naturel est d'obtenir une bonne combustion et de tirer le meilleur parti de la houille ; la consommation varie entre 75 et 90 kilogrammes de charbon par heure et par mètre carré de surface de grille.

Il suffit, pour obtenir ce résultat, de bien recouvrir les grilles, de casser le charbon de la grosseur du poing et de bien régler l'ouverture des cendriers.

Les gaz ne sortent de la cheminée qu'avec la température nécessaire à l'appel d'air (250 à 300° environ) ; les feux sont peu tracassés, il tombe peu d'escarbilles dans les cendriers; les décrassages sont espacés, ainsi que les intervalles entre les charges des fourneaux, et par conséquent les parties de la chaudière, telles que les faces des foyers, les plaques de tête de la boite à feu et les tubes, sont moins souvent exposées au courant d'air froid, qui peut déterminer des gerçures

Digitized by Google

ou des fuites dans les tubes; les extractions sont moins abondantes et les dépôts moins à craindre, à cause de la production normale de la quantité de vapeur ; les parties exposées à l'ardeur du foyer n'acquièrent jamais la température à laquelle elles peuvent s'élever, au tirage forcé, surtout si elles sont recouvertes de matières grasses.

En un mot, les chaudières fatiguent moins dans leur ensemble, que si les feux étaient poussés.

La conduite des feux est plus facile, les ébullitions sont peu fréquentes. Ce tirage est généralement celui des chaudières à faces planes et assez puissantes pour que la machine développe sa force normale.

D. — Quel est l'avantage du tirage forcé ?

R. — L'avantage du tirage forcé consiste dans la grande production de vapeur que l'on peut obtenir avec les mêmes surfaces de grilles et de chauffe et d'accroître considérablement la puissance de la machine. Mais il présente aussi des inconvénients qui limitent son emploi à des occasions exceptionnelles.

La consommation de charbon est doublée et même quadruplée dans certains cas; les gaz sortent alors de la cheminée à une très haute température, il y a donc une diminution considérable dans l'utilisation du combustible. De la fréquence de l'ouverture des portes des fourneaux avec cette grande consommation, il résulte que des parties de la chaudière exposées directement à la flamme et portées à une haute température, sont refroidies par le courant d'air froid, ce dernier peut altérer la nature du métal. En un mot, la transmission de chaleur se fait mal, par suite des différences de températures qui existent dans les différentes parties de la chaudière ; des tiraillements peuvent se produire dans les coutures, et des criqures peuvent se déclarer dans les tôles et principalement aux plaques de tête et aux surfaces des foyers; les rivures des tubes sont souvent détériorées. Dans les grandes chaudières, le tirage forcé ne doit être employé qu'avec la plus grande modération. Quand on arrive à une dépense de 250 à 300 kilogrammes par mètre carré de grilles, l'énergie du foyer est telle qu'on ne peut le regarder. Le tirage forcé exige une extrême propreté des chaudières ; la présence de la graisse sur des parties oxydées et exposées à l'action directe des flammes peut donner lieu à des déformations et même à des déchirures. Cet état particulier du métal lui enlève une partie de son pouvoir de transmission de la chaleur qu'il reçoit, à l'eau qui l'entoure. Cette parti de la chaleur qui s'accumule dans l'épaisseur de la tôle, lui diminu sa résistance. La quantité de vapeur produite en est, par suite, dimi nuée.

Ce tirage est celui que l'on emploie sur les torpilleurs lorsque leur vitesse dépasse 12 nœuds et 15 sur les nouveaux, dont la vitesse maxi mum est de 25 à 26 nœuds.

Digitized by Google

A partir de cette vitesse et si l'on doit obtenir l'allure maximum, on accélère l'allure du ventilateur, de manière à produire une pression d'air de 5 à 7 et 12 centimètres d'eau. Les chaudières multitubulaires système Belleville ayant un volume d'eau très restreint, il faut assurer une alimentation régulière et constante, parce que la dépense d'eau est très grande ; il faut exercer une surveillance continuelle sur les niveaux. Les cheminées rougissent, il faut donc veiller à la charge des fourneaux, à la soufflerie, afin d'éviter que la combustion des gaz se produise dans la cheminée.

ENTRETIEN DU CHAUFFAGE EN MARCHE

TIRAGE NATUREL

D. — Quelles sont les règles à suivre pour un bon entretien du chauffage pendant la marche et maintenir une pression constante ?

R. — Pour un bon entretien du chauffage pendant la marche il faut :

1° Faciliter l'arrivée de l'air froid dans les cendriers, en maintenant cette partie constamment dégagée des escarbilles et des cendres ;

2° Dégager souvent l'entre-deux des grilles au moyen du crochet, afin de faciliter le passage de l'air et obtenir une bonne combustion ;

3° N'ouvrir les portes de fourneaux que le moins souvent possible, seulement pour opérer le chargement ;

4° Etablir pour les fourneaux un tour de chargement, de décrassage et de ramonage. Il ne faut, en principe, jamais charger plus d'un fourneau à la fois par chaque chaudière. Si l'appareil évaporatoire ne comprend qu'une chaudière à 4 fourneaux, il ne faudra jamais charger 2 fourneaux voisins ; si les fourneaux portent les numéros 1, 2, 3, 4, on chargera d'abord le fourneau 1, puis le fourneau 3 et puis 2, puis 4, en observant entre les charges de chaque fourneau l'intervalle de temps admis.

Si l'appareil évaporatoire se compose d'une seule chaufferie comprenant, par exemple, 8 chaudières à 4 foyers chacune, chacun de ces foyers portant les numéros 1, 2, 3, 4, on chargera d'abord tous les fourneaux numéro 1, puis les fourneaux numéro 3 après l'intervalle de temps donné, puis les fourneaux numéro 2 et enfin les numéros 4 en observant entre les charges le même intervalle de temps.

Il est bien évident que cette manière de faire est indispensable pour obtenir de chacune des chaudières la même production de vapeur dans le même temps et éviter par ce moyen les ébullitions et entraînements d'eau qui pourraient se produire dans chaque chaudière, si l'on chargeait deux fourneaux voisins, ou si on les chargeait inégalement.

Cette façon de procéder à intervalles égaux et par des charges

Digitized by Google

égales, est indispensable dans les chaufferies séparées, où la direction est indépendante; il faut donc, par conséquent, qu'on charge tous les fourneaux indiqués au même moment. L'intervalle de temps entre les charges est réglé par le poids de la charge et par la consommation de charbon que l'on doit faire selon l'allure de la machine par mètre carré de grille et par heure. Le poids des charges peut être variable selon le type de chaudière. Ainsi, pour les chaudières type l'Amirauté, la charge par fourneau peut être de 50 kilogrammes, pour les Lagraffel de 40, pour les Belleville de 30 et pour les Niclause de 20; cette dernière quantité est aussi celle des torpilleurs, soit type locomotive, soit type multitubulaire.

Ainsi, en prenant pour exemple ce qui s'est fait sur le croiseur *le Chasseloup-Laubat*, pour développer une puissance de 7 280 chevaux, on a brûlé 84 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille et par heure, chaque chaudière ayant, en chiffre rond, $3^{mq},50$ de surface de grille, c'est donc 300 kilogrammes par chaudière et par heure.

La charge admise étant de 40 kilogrammes, en divisant 300 kilogrammes par 40 kilogrammes, on aura le nombre de charges par heure, ce qui donne 7 charges 1/2 et en divisant 60 minutes par le nombre de charges 7,5, on aura l'intervalle entre chaque charge, soit 8 minutes.

Cette méthode, pouvant servir de guide pour limiter les écarts trop grands entre les charges des fourneaux, ne peut pas être une règle absolue, car, dans le cours de la navigation, les qualités de charbon peuvent varier; l'état de propreté des fourneaux, l'habileté plus ou moins grande du chauffeur peuvent aussi rentrer en ligne de compte, ainsi que la variation dans l'allure des machines.

Mais il n'en est pas moins vrai qu'en observant cette règle dans une partie de sa rigueur, on arrive à une meilleure conduite des feux, à une meilleure utilisation du charbon; on évite les panaches de flamme et de fumée et aussi la combustion des gaz à la base des cheminées, ce qui est une cause de leur prompte détérioration; sur les chaudières type Lagraffel, Belleville des trois croiseurs *Latouche-Tréville*, *Chasseloup-Laubat* et *Friant*, les cheminées ont été complètement réparées.

Le ramonage commence généralement au bout de huit heures de chauffe, mais ce temps peut être modifié avec la qualité du charbon et l'activité de la combustion.

Lorsqu'on doit ramoner les tubes en marche, il faut faire cette opération le plus rapidement possible et ne jamais ramoner plus d'une boite à la fois à une même chaudière.

Avoir toujours du charbon cassé de grosseur convenable devar chaque fourneau.

Pour le tour de chargement. En parlant de ce principe qu'il ne fau pas charger à la fois tous les fourneaux d'une même chaudière, o numérote les fourneaux de chaque chaudière, 1, 2, 3, 4, selon l nombre de fourneaux.

Digitized by Google

D. — A quoi reconnaît-on qu'un fourneau a besoin d'être rechargé et comment le recharge-t-on ?

R. — Un fourneau doit être rechargé lorsque la couche est réduite d'un quart environ de son épaisseur maximum. Il vaut mieux charger plus souvent et ne pas mettre trop de charbon à la fois, car cela refroidit le fourneau, fait tomber la pression et le charbon est mal utilisé. La teinte sombre que prend le cendrier, indique aussi une partie découverte de la grille et, par conséquent, le besoin d'être rechargée. Avant d'ouvrir la porte du fourneau, le charbon doit être cassé de grosseur convenable et placé à proximité du fourneau. En même temps qu'on ouvre la porte du fourneau, on ferme le cendrier, puis on jette une ou deux pelletées sur l'avant pour diminuer le rayonnement qui gêne la vue ; on comble ensuite les endroits les plus dégarnis et enfin on étend uniformément avec le rouable, s'il est nécessaire, la couche de charbon sur toute la grille, en commençant par le fond.

Dès que le fourneau est chargé, on ferme ses portes et on ouvre celles du cendrier et on nettoie ce dernier.

La charge d'un fourneau doit toujours s'effectuer le plus rapidement possible.

D. — A quoi reconnaît-on qu'un fourneau marche bien et qu'il n'est pas encrassé ?

R. — Lorsque les feux sont bien conduits et les fourneaux bien propres, les cendriers sont très clairs sur toute leur longueur.

Mais si l'on aperçoit des endroits obscurs, c'est un indice que les grilles sont encrassées, ou que la couche de charbon est trop épaisse, ou enfin qu'il existe un vide sur ces parties de la grille. Le reflet de la grille dans l'eau du cendrier ne doit donner aucune tache.

D. — Que doit-on faire lorsqu'on voit que le cendrier a des parties obscures ?

R. — Il faut entr'ouvrir la porte du fourneau pour y jeter un coup d'œil et, si l'on remarque des parties vides ou une trop grande épaisseur de charbon dans certains endroits, on charge où il le faut, puis on égalise la couche au moyen du rouable.

Dans le cas où la couche serait uniforme, c'est que l'obscurité proviendrait du mâchefer ; il faudrait alors passer le crochet entre la grille et casser le gâteau de mâchefer, de manière à le décoller plus facilement ; puis prendre la lance, l'engager en dessous, faire levier, le soulever au-dessus de la grille et amener le mâchefer sur le charbon. Ce mâchefer est ensuite jeté sur le parquet de chauffe au moyen du rouable, on égalise ensuite la couche de charbon, après avoir comblé les vides.

Ce mode de nettoyage des grilles s'appelle décrassage à l'anglaise ; on recharge ensuite le fourneau.

Digitized by Google

D. — Tous les combien de temps doit-on effectuer le décrassage à fond d'un fourneau ?

R. — Il n'y a pas de règle absolue à cet égard, cela dépend de la qualité du charbon et de l'activité plus ou moins grande de la combustion. Avec de bon charbon français et un tirage naturel, ce décrassage s'effectue environ toutes les huit heures, c'est-à-dire qu'on décrasse la moitié des fourneaux dans un quart de quatre heures.

D. — A quoi reconnaît-on qu'un fourneau a besoin d'être décrassé ?

R. — On reconnaît la nécessité d'un décrassage, par l'obscurité des cendriers, par la difficulté de passer le crochet et par l'épaisseur de la couche de mâchefer lorsqu'on passe la lance, et par la difficulté que l'on éprouve à maintenir la pression.

D. — Quelles dispositions faut-il prendre lorsqu'on doit décrasser un fourneau ?

R. — On cessera, quelque temps à l'avance, de mettre du charbon dans ce fourneau et on activera un peu plus les autres foyers de cette chaudière et des autres s'il est nécessaire; on dégagera le charbon qui pourrait se trouver devant le cendrier, on préparera les outils de décrassage, c'est-à-dire la lance et le rouable que l'on placera dans le cendrier voisin; on disposera la manche d'extinction, et enfin on préparera le charbon qui sera nécessaire, pour recharger ce fourneau après le décrassage.

Lorsque la couche de charbon est à peu près réduite à la moitié de la charge, on est prêt à commencer l'opération.

D. — Comment décrasse-t-on un fourneau ?

R. — Les dispositions précédemment indiquées ayant été prises, on ferme le cendrier et on ouvre les portes du fourneau. A l'aide de la lance on repousse, sur l'un des côtés du fourneau, tout le charbon enflammé, puis on décolle le mâchefer, que l'on retire ensuite avec le rouable, pour le jeter sur le parquet de chauffe où on l'arrose avec la manche d'extinction en ayant soin de ne pas mouiller la chaudière.

Cette première partie de la grille ayant été nettoyée, on y ramène tout le charbon enflammé sur lequel on étend une légère couche de charbon frais, puis on décrasse de la même manière l'autre partie de la grille. Cela fait, on égalise ensuite le feu sur toute la grille.

On charge légèrement, on ferme la porte du fourneau et on ouvr celle du cendrier, que l'on débarrasse en même temps de toutes le escarbilles.

Lorsque cette première charge est bien enflammée, on la complè petit à petit en plusieurs reprises, jusqu'à ce que l'on ait atteint hauteur de la couche normale.

Digitized by Google

D. — Quelles sont les précautions à prendre lorsqu'on mouille le mâchefer et les escarbilles ?

R. — Il faut avoir soin de les écarter un peu de la chaudière, pour ne pas mouiller cette dernière ; il faut, de plus, que les hommes s'écartent de ces cendres chaudes avant de les arroser, car sans cela ils risqueraient d'être brûlés.

D. — Que doit-on faire lorsqu'on donne l'ordre d'activer les feux ?

R. — Il faut immédiatement ouvrir en grand les portes des cendriers, passer le crochet entre les grilles pour faire tomber les cendres, puis nettoyer les cendriers, égaliser la couche de charbon et combler les vides s'il en existe, s'abstenir de brûler les escarbilles, et faire au contraire usage de bon charbon.

D. — Qu'appelle-t-on rester sous les feux ?

R. — On emploie cette expression pour dire que les feux sont allumés, mais que la machine ne fonctionne pas. On peut rester sur les feux, de deux manières différentes avec pression ou sans pression.

D. — Comment agit-on lorsqu'on reste sur les feux avec pression ?

R. — On peut considérer deux cas pour cette position des feux : premier cas, le stoppage doit être de peu de durée et l'on doit être prêt à marcher, au premier ordre ; deuxième cas, la durée du stoppage est indéterminée et il faut être prêt à marcher une demi-heure après qu'on en aura reçu l'ordre.

D. — Comment reste-t-on sur les feux, avec pression, prêt à marcher au premier ordre ?

R. — On ne reste généralement dans cette position que pour un temps très court, vingt minutes ou une demi-heure au plus. Si l'on a stoppé avec les feux en pleine activité, il faut fermer les portes de cendriers et ouvrir celles des *fourneaux*, afin d'empêcher la pression de monter trop rapidement et profiter de ce temps pour décrasser les fourneaux qui en auraient besoin.

Cette ouverture des portes des fourneaux ne se pratique que pour les chaudières à faces planes. Il faut bien s'en garder pour les chaudières tubulaires. On supprime immédiatement l'action de tous les appareils qui activent le tirage, ventilateurs, etc.

Si l'on est gêné par la pression, il faut envoyer la vapeur des chaudières aux condenseurs si la disposition du tuyautage le permet, ou soulager légèrement les soupapes de sûreté.

D. — Comment reste-t-on sur les feux avec faible pression, lorsqu'on doit être en mesure de marcher une demi-heure par exemple après qu'on en aura reçu l'ordre ?

R. — On commence par fermer les portes des cendriers et à ouvrir

Digitized by Google

celles des fourneaux si les chaudières le permettent. Si au moment du stoppage les fourneaux sont fortement chargés, on fait tomber une partie du charbon sur le parquet et on l'éteint immédiatement. Au moyen du rouable on attire un peu les feux sur l'avant de la grille et on conserve un fort brasier, que l'on entretient avec le même charbon et les escarbilles. On profite de cette position pour nettoyer successivement un à un tous les fourneaux et les faisceaux tubulaires. On dispose à proximité de chaque fourneau le charbon nécessaire pour en effectuer la charge. La vapeur en excès est évacuée au condenseur si la disposition du tuyautage le permet ; dans le cas contraire, on l'évacue par la soupape de sûreté.

D. — Comment dispose-t-on les feux sur les grilles lorsqu'on doit rester sur les feux sans pression ?

R. — On commence par fermer les portes des cendriers et on ouvre celles des fourneaux.

Si les fourneaux sont fortement chargés, on fait tomber sur le parquet une partie du charbon que l'on éteint immédiatement, et l'on attire l'autre partie sur l'avant du fourneau pour en former un petit tas que l'on recouvre d'escarbilles.

Si les chaudières sont à haute pression, on fait évacuer la vapeur au condenseur, si la disposition du tuyautage le permet, et cette vapeur condensée est reprise par les petits chevaux pour alimenter les chaudières.

S'il n'existe pas d'évacuation directe des chaudières au condenseur, on soulage en douceur la soupape de sûreté si la pression monte.

On profite de cette position des feux pour décrasser les fourneaux à fond et ramoner les tubes à la brosse. On fait fonctionner le bouilleur à eau douce, on pratique les extractions.

D. — Si le niveau de l'eau vient à baisser, pendant que l'on est sous les feux sans pression, comment le rétablit-on ?

R. — Si le niveau normal de l'eau des chaudières est au-dessous de la flottaison, on complète le niveau en manœuvrant comme on l'a indiqué pour faire le plein des chaudières avant l'allumage.

Si le niveau normal est au-dessus de la flottaison, on complète le plein, soit au moyen d'une pompe ou d'un petit cheval manœuvré à bras, soit en faisant monter la pression jusqu'à 1^{k},500 dans l'un des corps de chaudières, afin d'alimenter avec le petit cheval, mû à la vapeur. (Il est évident que s'il y a une chaudière auxiliaire, c'est dans cette chaudière que l'on prendra la vapeur nécessaire au fonctionnement du petit cheval.)

D. — Comment remet-on les feux en activité lorsqu'on est resté sous les feux sans pression ?

R. — Lorsqu'on reçoit l'ordre de pousser les feux, on étend

Digitized by Google

charbon enflammé sur la grille, puis on le recouvre d'une légère couche de charbon frais; on charge également d'une mince couche la partie arrière de la grille, en ayant soin de n'en laisser aucune partie découverte.

On ferme ensuite les portes des fourneaux et on ouvre celles des cendriers; puis, à mesure que le charbon s'allume, on complète la charge.

CHAUDIÈRES CYLINDRIQUES A HAUTE PRESSION

PRÉCAUTIONS A PRENDRE LORSQU'ON DOIT MARCHER AU TIRAGE FORCÉ

Lorsque l'ordre de marcher au tirage forcé est donné, et s'il est obtenu au moyen d'un jet de vapeur dans la cheminée, en même temps que l'on ouvre toutes les portes donnant de l'air dans les chaufferies, on augmente graduellement la couche de charbon dans tous les fourneaux jusqu'à ce qu'elle atteigne 15 à 20 centimètres environ; on augmente l'ouverture du robinet du jet de vapeur de façon à créer un vide sous la grille de 6 à 7 millimètres.

Si le tirage est obtenu en vase clos par des ventilateurs refoulant l'air dans les chaufferies à une hauteur de 4 à 5 centimètres d'eau, on ferme les manches à vent, ainsi que toutes les issues donnant accès dans les chaufferies.

Comme avec ce tirage la consommation peut être double et même trois fois plus forte que celle que l'on peut obtenir avec le tirage ordinaire, il faut avoir soin de placer à proximité de chaque foyer assez de charbon cassé pour opérer une charge complète; la combustion étant rapide, l'intervalle entre les charges ne devra pas dépasser quatre à cinq minutes, et si l'on prend pour type de chaudières celles du croiseur *Surcouf*, le poids de chaque charge sera de 50 à 60 kilogrammes par fourneaux.

En raison de la haute température que prendront les foyers, ces charges devront être exécutées le plus rapidement possible et d'une façon régulière dans toutes les chaufferies de façon à ce que chaque chaudière, ou chaque groupe de chaudières produise dans un même laps de temps la même quantité de vapeur, pour éviter les transvasements d'une chaudière à l'autre.

Pour réduire le temps de la charge d'un fourneau, un homme opérera les mouvements de la porte à chaque pelletée et un autre chargera le fourneau.

Au moment du chargement et plusieurs fois pendant que durera cette chauffe, le chef de quart jettera un coup d'œil dans les foyers afin de se rendre compte que rien d'anormal ne se passe aux plaques de tête, aux tubes et aux coutures des foyers qu'il n'existe pas de déformation apparente. Il visitera également les culottes et les con-

Digitized by Google

duits de fumée, en un mot toutes les parties extérieures de la chaudière susceptibles de prendre une haute température. Il veillera soigneusement la hauteur des niveaux, les petits chevaux seront toujours tenus prêts à fonctionner pour maintenir le niveau normal si à un moment donné l'alimentation par les pompes de la machine n'était pas suffisante.

Au moment de cesser le tirage forcé et de reprendre l'allure normale de la chauffe, on ferme les jets de vapeur dans la cheminée, et si le tirage forcé est en vase clos on ouvre les manches à vent et toutes les portes qui donnent accès dans les chaufferies, et on diminue sensiblement la vitesse des ventilateurs de façon à ne plus obtenir que l'aération habituelle. On entretient les feux de manière à ramener la couche à 12 centimètres et on commence le décrassage des fourneaux, si le tirage a eu une durée de plus de deux heures, car la consommation de charbon a pu être quadruplée; il faut vérifier s'il n'y a pas obstruction de l'entrée des tubes par ce qu'on appelle vulgairement des nids d'hirondelles.

Les hommes des chaufferies devront toujours connaitre les moyens de communication des chaufferies avec l'extérieur, ouverture des portes des sacs, timbres et porte-voix.

Au tirage forcé on ne brûle jamais les escarbilles, quel que soit le type de chaudière.

RAMONAGE

D. — A quoi reconnaît-on qu'il est nécessaire de ramoner les tubes pendant la marche ?

R. — On reconnait que cette opération est nécessaire lorsqu'il y a peu de tirage, et que les tubes commencent à s'engorger par la suie et les cendres, ce qui est indiqué par la difficulté que l'on éprouve à maintenir une pression constante, malgré une chauffe énergique. En général il faut ramoner toutes les vingt-quatre heures et quelquefois plus souvent avec des charbons gras.

D. — Quelles précautions prend-on avant de ramoner les tubes ?

R. — Comme cette opération neutralise le fourneau correspondant au faisceau tubulaire que l'on ramone, il faudra commencer par activer les feux des autres fourneaux de cette chaudière, en même temps que l'on laissera légèrement tomber les feux du foyer correspondant aux tubes à ramoner.

On ne doit jamais ramoner qu'un seul faisceau tubulaire à la fois pour un même corps de chaudière. Dans les chaudières type de l'Amirauté, on ramone tout le faisceau tubulaire comprenant deux ou trois foyers.

Digitized by Google

D. — En général comment ramone-t-on les tubes pendant la marche ?

R. — Ce ramonage se fait ordinairement à la vapeur, au moyen d'une manche en caoutchouc terminée à l'une de ses extrémités par une petite lance en bronze munie d'un manche en bois qui sert à la diriger (fig. 253).

L'autre extrémité de la manche est vissée sur une boîte à soupape en communication avec un tuyau de vapeur.

Pour ramoner à la vapeur, il faut deux hommes qui s'entendent bien.

L'un monte sur un petit échafaudage fait de seau à escarbilles et de planches, tient la poignée en bois de la lance et introduit cette dernière successivement dans chacun des tubes en commençant par la rangée supérieure.

L'autre manœuvre le levier de la soupape de prise de vapeur de l'appareil, au commandement du premier. On lance ainsi un jet de vapeur dans chaque tube, qui chasse la suie qui s'y trouve.

Lorsque tous les tubes sont ramonés, on lance le jet dans l'intérieur de la boîte à fumée, on enlève rapidement la suie, on ferme la porte de boîte à tubes et on remet le fourneau en activité.

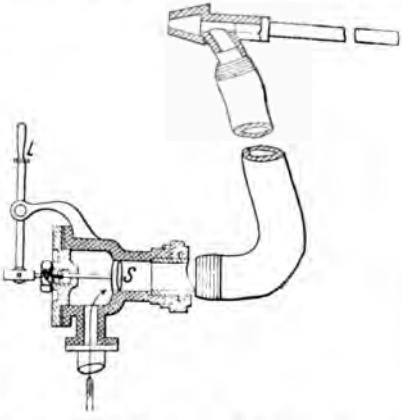


Fig. 253. — Appareil de ramonage à la vapeur.

Avec les nouvelles chaudières multitubulaires, d'autres moyens sont employés, ces moyens sont décrits avec chaque type de chaudière Belleville, Lagraffel, Niclausse, Dutemple.

Schéma du nouveau mode de ramonage Lagraffel. — Dans les premières chaudières Lagraffel, la mode de ramonage consistait en une lance à vapeur que l'on introduisait dans chaque entretoise percée; le jet de vapeur devait faire tomber la suie et les cendres. Mais avant d'introduire le manche, il fallait enlever le tampon en argile ou la tête du rivet qui fermait l'orifice de chaque entretoise de la face AV de la chaudière.

La nouvelle disposition se compose d'un tube T de vapeur qui peut tourner et sur lequel sont fixés des tuyaux passant juste entre les intervalles des tubes.

Ces tuyaux étant percés d'une série de trous par lesquels s'échap-

Digitized by Google

pent les jets de vapeur ramonant. Ce dispositif est plus prompt que le premier et les tubes viennent s'appliquer contre la cloison.

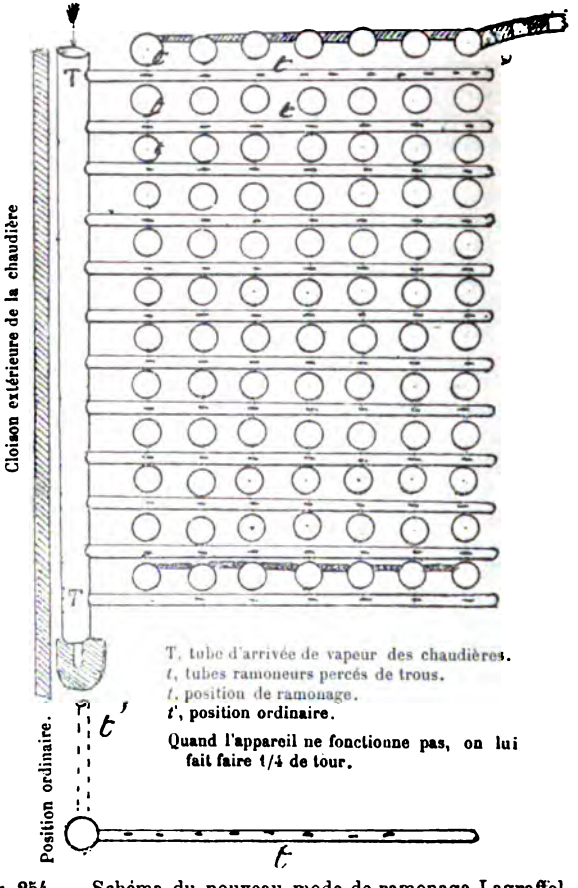


Fig. 254. — Schéma du nouveau mode de ramonage Lagraffel.

D. — N'emploie-t-on pas quelquefois un autre mode de ramonage que celui à la vapeur?

R. — Si, quelquefois le ramonage s'effectue au moyen d'un écouvillon en fil de laiton ou en crin que l'on passe successivement dans tous les tubes, en commençant par les rangées supérieures. Quand on a passé l'écouvillon dans tous les tubes, on balaie la boîte à fumée et la plaque de tête, puis on retire la suie pour la jeter à la mer.

Digitized by Google

On remet le fourneau en activité dès que l'opération est terminée.

Sur les torpilleurs, si le ramonage se fait à la brosse, le manche de la brosse est composé de plusieurs bouts réunis par des anneaux. Cette disposition est indispensable, vu le peu d'espace que l'on a entre la boîte à fumée et la cloison, étant donné la longueur des tubes.

D. — Quel est celui des deux systèmes de ramonage qui donne les meilleurs résultats ?

R. — Pendant la marche il vaut mieux employer le ramonage à la vapeur, car l'opération se fait beaucoup plus rapidement qu'avec l'écouvillon. Dans tous les autres cas le ramonage à la brosse est plus parfait, avec les chaudières à chambre de combustion le ramonage à la brosse est seul possible.

ALLUMAGE D'UNE NOUVELLE CHAUDIÈRE

D. – Quelles sont les dispositions à prendre lorsqu'on reçoit l'ordre d'allumer une chaudière en plus ?

R. — Si le plein n'est pas fait et si les fourneaux ne sont pas chargés, on effectue ces deux opérations d'abord et dans le cas où la machine est à condenseur, par mélange, on fait le plein avec l'eau d'alimentation, car elle est plus chaude que celle de la mer; mais avec les machines à condenseurs par surface, il ne faut pas employer ce moyen, car il faudrait introduire de l'eau salée dans la bâche à eau douce pour en avoir une quantité suffisante pour faire le plein de cette chaudière, et en agissant de la sorte on alimenterait également les autres chaudières avec de l'eau qui serait salée, ce qui occasionnerait des dépôts.

On fait alors le plein de la chaudière à allumer, soit avec les petits chevaux, soit avec la prise d'eau, en agissant comme nous l'avons dit pour faire le plein avant l'allumage.

Dès que le plein est fait et les fourneaux chargés, on ouvre la soupape de sûreté et le robinet jauge supérieur de cette chaudière pour laisser échapper l'air renfermé dans le coffre à vapeur, puis on allume les feux en prenant quelques pelletées de charbon dans les fourneaux allumés.

On ferme la soupape de sûreté dès qu'elle laisse échapper un peu de vapeur.

D. — Quelles sont les précautions à prendre avant d'ouvrir la soupape d'arrêt ou la soupape de communication de la chaudière qu'on vient d'allumer ?

R. — Il faut se garder d'ouvrir cette soupape avant que la pression de cette chaudière n'ait légèrement dépassé la pression indiquée par les manomètres des autres chaudières. La soupape d'arrêt ou de communication, suivant le cas, devra toujours être ouverte lentement; et

Digitized by Google

il faudra surveiller avec soin les niveaux des diverses chaudières pour s'assurer que l'eau d'une chaudière ne se transvase pas dans une autre et surtout celui de la chaudière que l'on met en communication.

SUPPRESSION D'UNE CHAUDIÈRE

D. — Comment opère-t-on lorsqu'on veut supprimer une chaudière en fonction ?

R. — Le mode d'opérer dépend de la cause qui conduit à la suppression de la chaudière .

Ces causes peuvent être :

1° Un motif d'économie ;

2° Une disparition complète du niveau ;

3° Un coup de feu ;

4° Une fuite importante ;

5° La suppression d'une chaudière que l'on veut mettre en nettoyage pour la remplacer par une autre.

Nous allons examiner successivement les diverses manœuvres à exécuter suivant les circonstances.

Première cause. — *D. — Comment opère-t-on lorsqu'on supprime une chaudière dans un but d'économie ?*

R. — Dans ce cas on cesse de charger les fourneaux de la chaudière à supprimer et on se contente de passer le crochet de temps en temps et d'égaliser la couche de charbon à l'aide du rouable. Dès que la couche est à peu près réduite à la moitié de sa valeur normale, ou lorsqu'on voit des vides se produire sur la grille, on isole complètement cette chaudière de tous les collecteurs communs aux chaudières, on fait une bonne extraction de fond et de surface, puis on ferme toute issue extérieure, on empêche les courants d'air froid de pénétrer dans la chaudière, s'il y avait un papillon dans la partie basse de la cheminée on le fermerait. On ne visite cette chaudière que quand sa température est à la température ambiante de la chaufferie.

Si la machine est à condenseur par surface, dès que les feux sont éteints, la vapeur de cette chaudière est ensuite évacuée au condenseur si la disposition du tuyautage le permet; dans le cas contraire, on soulage légèrement la soupape de sûreté. S'il est possible on fait de l'eau distillée.

Si la machine est à condenseur par mélange, dès que les feux sont éteints on fait des alimentations et des extractions successives pour diminuer la salure de l'eau et ensuite on soulage légèrement la soupape de sûreté de façon à ce que la pression soit un peu inférieure à la pression de régime. Quel que soit le genre de condenseur, il faut bien veiller avec soin le régulateur d'alimentation et le robinet d'extrac-

Digitized by Google

tion de la chaudière qu'on vient de supprimer, afin que le niveau ne monte ni ne descende.

Deuxième cause.— *D. — Que faut-il faire lorsqu'on n'aperçoit plus d'eau dans le tube de niveau ?*

R. — Il faut immédiatement fermer les portes des cendriers et ouvrir celles des fourneaux, ouvrir la purge du tube de niveau et le robinet jauge inférieur en même temps que l'on fermera l'extraction et le régulateur d'alimentation.

Si le tube de niveau ou le robinet jauge inférieur donne de l'eau, il faut immédiatement ouvrir l'alimentation d'une quantité un peu plus forte que d'habitude, de manière à rétablir promptement le niveau.

Si aucun des robinets n'accuse d'eau, il faut jeter quelques pelletées d'escarbilles sur les feux.

En même temps qu'on exécute cette opération, on entr'ouvre les portes du milieu de la boite à tubes et on examine l'état des tubes supérieurs; s'ils sont rougis, ou si un bouchon d'étoupe amarré à une tringle en fer prend feu lorsqu'on le fait passer sur ces tubes, il faut immédiatement mettre bas les feux de cette chaudière en se gardant bien d'ouvrir son régulateur alimentaire. Lorsque les feux seront éteints, on fermera la soupape d'arrêt ou celle de communication suivant le cas, puis on la videra quand la température le permettra. Cette chaudière ne sera remise en fonction qu'après avoir été visitée et réparée s'il y a lieu.

Si le bouchon d'étoupe passé dans les tubes supérieurs ne s'est pas brûlé, c'est que les tubes étaient encore recouverts d'eau, et il faudra dans ce cas ne pas éteindre les feux mais forcer l'alimentation pour rétablir rapidement le niveau.

On fermera les portes de fourneau et on ouvrira celle des cendriers dès que l'eau apparaîtra dans le tube ou que le robinet jauge inférieur accusera de l'eau.

Troisième cause.— *D. — Que faut-il faire dans le cas où une chaudière aurait reçu un coup de feu ?*

R. — Dès qu'on s'aperçoit qu'une partie quelconque de la surface de chauffe est rouge ou qu'elle a subi une déformation tel qu'un affaissement, il faut immédiatement fermer les portes des cendriers, ouvrir celles des fourneaux et mettre bas les feux le plus rapidement possible. Dès que cette opération est terminée il faudra fermer la soupape d'arrêt ou de communication et ouvrir l'extraction de fond. Cette chaudière ne pourra être remise en fonction qu'après avoir été visitée avec soin, et au besoin réparée et essayée à l'eau froide.

Quatrième cause. — *D. — Comment faut-il agir dans le cas d'une fuite ne permettant pas de maintenir le niveau ?*

R. — Si la fuite provient de tubes crevés, on les tamponnera ; mais

Digitized by Google

si la fuite provient d'une déchirure de la tôle il faudra agir de la manière suivante :

Fermer les portes de cendriers et ouvrir celles des fourneaux et forcer l'alimentation, puis mettre bas les feux.

Lorsque cette dernière opération sera faite on fermera la soupape d'arrêt ou de communication ainsi que le régulateur d'alimentation, et on ouvrira l'extraction.

Il est évident que cette chaudière ne pourra être mise en fonction qu'après avoir été réparée et essayée à l'eau froide, en se servant du petit cheval si elle est à haute pression et d'une pompe à incendie si elle est à moyenne.

Cinquième **cause**. — *D. — Quelles sont les dispositions à prendre lorsqu'on reçoit l'ordre d'allumer une chaudière en même temps qu'on en supprime une autre ?*

R. — Après avoir fait le plein on allumera les feux de la nouvelle chaudière, et à partir du moment où l'on aura fermé la soupape de sûreté de cette dernière, on cessera de charger les fourneaux de la chaudière à éteindre; on se contentera de temps en temps de passer le crochet et d'égaliser la couche de combustible, de façon à tirer le meilleur parti du combustible. Lorsque la pression dans la nouvelle chaudière *aura très légèrement* dépassé la pression des autres corps, on ouvrira petit à petit la soupape d'arrêt ou de communication en même temps que l'on fermera celle de la chaudière à supprimer.

Le coke restant sur la grille de cette dernière sera utilisé pour l'entretien des fourneaux en fonction.

RÉGLER L'ALIMENTATION PENDANT LA MARCHE

D. — Comment régler l'alimentation pendant la marche ?

R. — Pour cela, dès que l'on met la machine en marche, il faut dévisser d'un demi-tour environ les croisillons des régulateurs alimentaires, et surveiller attentivement le niveau afin de s'assurer qu'il se maintient à bonne hauteur. Si le niveau baisse, on dévisse un peu plus le croisillon, et au contraire on le visse légèrement si le niveau s'élève au-dessus de la hauteur normale.

D. — Comment reconnaît-on tout de suite que l'alimentation se fait dans la chaudière ?

R. — Il suffit pour cela de tâter la boîte du régulataur, et si l'on peut y tenir facilement la main sans se brûler, c'est que l'alimentation se fait. Si au contraire, la boîte est brûlante, c'est un signe certain que l'eau d'alimentation n'entre pas dans cette chaudière.

D. — Que faut-il faire dans le cas où la boîte du régulateur d'alimentation serait brûlante ?

Digitized by Google

R. — Il faut d'abord s'assurer de l'ouverture du régulateur de cette chaudière, et s'il est ouvert, on ferme un moment les régulateurs des autres corps afin de décoincer celui-ci. Si cela ne suffit pas on entourera la boîte d'un faubert que l'on arrosera avec de l'eau froide en même temps que l'on donnera quelques petits coups de maillet sous la boîte. Ce moyen réussit généralement. En cas contraire on serait dans la nécessité de supprimer cette chaudière si elle n'était pas munie d'un régulateur d'Indret.

D.— Si tous les régulateurs des divers corps de chaudières devenaient chauds, que faudrait-il faire ?

R. — Ce serait une preuve que la pompe alimentaire n'aspirerait pas ou ne refoulerait pas dans le tuyau d'alimentation, et il faudrait immédiatement prévenir le chef de quart de la machine, qui vérifierait les indications du manomètre qui est fixé sur le tuyau de refoulement, l'aiguille doit toujours donner des oscillations supérieures à la pression de régime et l'ouverture des robinets, puis il consulterait le niveau des bâches et celui des caisses alimentaires.

EXTRACTION

MOYENS DE RÉGLER L'EXTRACTION

D. — Comment empêche-t-on les dépôts salins dans les chaudières ?

R. — Pour empêcher les dépôts salins dans les chaudières alimentées à l'eau de mer, on pratique des extractions; c'est-à-dire que l'on renvoie à la mer, d'une manière continue, une certaine quantité d'eau très salée pour la remplacer par d'autre moins salée.

D. — Lorsque les chaudières sont alimentées à l'eau salée, comment règle-t-on l'ouverture du robinet d'extraction continue ?

R. — Il faut de temps en temps prendre dans une éprouvette une certaine quantité d'eau des chaudières et mesurer son degré de salure avec le salinomètre. Suivant le degré indiqué par cet instrument, plongé dans cette eau immédiatement après sa sortie de la chaudière; puis si le degré de salure indiqué par l'instrument dépasse 3 degrés et demi, on doit faire extraction. Avant cette opération on a soin d'élever le niveau de 3 à 4 centimètres en forçant l'alimentation, et on ouvre alors le robinet d'extraction de façon à faire baisser le niveau de 3 à 4 centimètres, puis on rétablit graduellement le niveau normal. En tenant compte des indications du pèse sel, on ouvre plus ou moins les robinets d'extractions, c'est ce que l'on appelle faire des extractions continues.

EXTRACTION DE SURFACE

On fait extraction de surface toutes les fois qu'un cylindre de graisse se montre à la partie supérieure du niveau.

Digitized by Google

D. — Tous les combien de temps fait-on des extractions de surface ?

R. — Cela dépend de la plus ou moins grande quantité de matières grasses employées au lubrifiage des cylindres et des tiroirs ; mais généralement on en fait une toutes les vingt-quatre heures. La présence des graisses est toujours indiquée à la partie supérieure du tube de niveau. Quand on remarque l'anneau noir, on fait extraction.

D. — A quoi reconnaît-on qu'il faut faire une extraction de fond ?

R. — On reconnaît qu'il faut faire une extraction de fond lorsque le degré de salure atteint 3° 1/2 du salinomètre.

EXTINCTION DES FEUX

D. — Comment procède-t-on à la mise bas des feux ?

R. — Les feux ne sont jamais mis bas, on les laisse étouffer sur les grilles en fermant complètement les cendriers. Un peu avant d'arriver au mouillage on ne charge plus les fourneaux ; si cependant, après avoir reçu l'ordre de les éteindre, il restait encore trop de charbon sur les grilles, on en ferait tomber une partie, que l'on éteindrait immédiatement sur le parquet ; puis on laisserait le restant s'éteindre lentement.

Il faut éviter, avant tout, les refroidissements brusques qui donnent lieu à des gerçures et à des fuites dans les coutures des tôles et aux rivures des tubes.

D. — Convient-il de vider les chaudières immédiatement après l'extinction des feux ?

R. — En arrivant au mouillage on pratique une extraction de surface afin de faire disparaître les graisses et une extraction de fond pour renouveler l'eau ; si l'arrêt ne doit être que de quelques jours et qu'aucune réparation ne nécessite la vidange des chaudières, on complète le plein, en se servant de petits chevaux, étant encore sous pression. Si des réparations exigent la vidange des chaudières, on ne les videra pas avant que l'eau n'ait atteint une température de 25°. Sur les cuirassés, comme il y a toujours des chaudières auxiliaires d'allumées et que les chaudières sont réunies par un collecteur dans lequel aboutit l'aspiration d'un petit cheval, on vide les chaudières par ce collecteur au lieu de laisser tomber l'eau dans la cale.

SOINS A DONNER AUX CHAUDIÈRES

D. — Quels sont les soins que l'on doit donner aux chaudières pour assurer leur bon fonctionnement et prolonger leur durée ?

R. — 1° A la mer, en marche, il faut éviter avec le plus grand soin

Digitized by Google

de mouiller leurs faces extérieures en éteignant les escarbilles, et principalement la face avant et le cendrier; quand on manœuvre les robinets jauges et ceux des tubes de niveau d'eau, ne pas mouiller le feutre. Pendant la durée du décrassage fermer le cendrier du fourneau que l'on décrasse, et dans le cas de la suppression d'une ou plusieurs chaudières, on laissera tomber doucement les feux de façon à ne pas déterminer un changement brusque de température; on fermera les portes des cendriers et des fourneaux.

Quand elles auront pris la température ordinaire, on les ramonera et on opérera tout le nettoyage que les autres chaudières en fonction rendent possible ;

2° A la mer, les feux éteints pendant un arrêt prolongé, on commence par opérer un ramonage complet ; la cheminée et les courants de flammes et de fumée sont grattés; dans les coutures, aux plaques de tête où la suie y est souvent adhérente, par suite de petits suintements, seront grattées avec le plus grand soin ; si l'on remarque des traces d'humidité à certaines coutures on les marquera afin de les mater après la vidange des chaudières. Les chaudières appropriées extérieurement, on les vide. Comme sur la plupart il y a des chaudières auxiliaires en fonction et que des dispositions ont été prises pour faire aspirer l'eau dans un collecteur par les petits chevaux, on envoie directement leur eau à la mer. Vidées, on ouvre toutes les portes, on commence alors le nettoyage intérieur ; tous les dépôts graisseux déposés sur les surfaces de chauffe, sur les contours et sur les tubes sont soigneusement enlevés. S'il y a du sel on démonte un certain nombre de tubes et on passe la courroie Lambert sur tout le faisceau. (Cette courroie se compose de grattoirs rivés sur le cuir.)

La propreté doit être faite avec le plus grand soin.

On examine les plaques de zinc et leurs liaisons s'il s'agit d'électrogène. On visite toute la robinetterie ainsi que toutes les soupapes dont on opère une visite minutieuse.

Les soupapes alimentaires, de sûreté, avertisseuse, sont surtout l'objet d'une grande attention.

Tous ces organes sont remis en parfait état.

On vérifie les tresses pour refaire les joints, tous les presse-étoupes sont refaits à neuf, les autels sont réparés. Si des fuites ont été constatées à certaines coutures ou à des tubes, on mate les premières et on dudgeonne les tubes.

On repasse de la peinture au minium où il est nécessaire ; les capots de la cheminée sont mis en place si l'on craint l'humidité et au contraire enlevés si la température est sèche; l'appel d'air dans les chaufferies enlève l'humidité. On laisse une porte ouverte à la partie inférieure de chaque chaudière ainsi que le trou d'homme; ces portes sont prêtes à être refermées ;

3° Lorsque le navire est en catégorie de réserve pour une durée indéterminée et que le nettoyage intérieur et extérieur ainsi que les

Digitized by Google

réparations ont été faits avec le plus grand soin, c'est-à-dire que toutes les mesures ont été prises pour préserver l'intérieur des chaudières de l'humidité, on emploie concurremment deux procédés de conservation.

Un de ces procédés consiste à remplir complètement les chaudières d'eau et à maintenir ce plein d'une façon permanente pendant trois mois. Ce procédé ne peut être employé dans les pays exposés à la gelée. Les chaudières ainsi remplies ne sont plus exposées à l'oxydation par suite du renouvellement de l'air, les plaques de zinc sont conservées en place.

Le deuxième procédé consiste à assécher complètement les chaudières à l'aide d'un feu doux en enflammant des copeaux de bois ou des réchauds, puis on met de la chaux vive dans des bassins placés sous la lame d'eau inférieure et sur les tubes ou les tirants dans le coffre à vapeur et à raison de 6 décimètres cubes par mètre cube de volume de la chaudière.

Cela fait on allume des réchauds que l'on introduit à la partie inférieure de la chaudière sur les foyers, une fois ces réchauds bien embrasés, on ferme les portes par lesquelles on les a introduits en ne conservant que le trou d'homme ouvert et prêt à être fermé.

Lorsque le gaz qui remplit la chaudière, éteint la bougie, il n'existe plus dans la chaudière que de l'acide carbonique, gaz sans action sur les métaux; on ferme alors le trou d'homme.

Lorsque six mois après l'on doit de nouveau visiter les chaudières, il faut avoir soin avant d'y pénétrer, d'ouvrir les trous d'homme, puis les autoclaves et s'assurer avec une bougie qui doit rester allumée, si l'air est respirable.

Le moyen le plus généralement employé maintenant, consiste à parfaitement assécher les chaudières et à placer dans le fonds et sur la partie supérieure des tubes des caisses en tôle renfermant de la chaux vive.

CHAUDIÈRES DES TORPILLEURS

CONDUITE DES FEUX ET DES CHAUDIÈRES, SOINS A LEUR DONNER

D. — *Quelle est la nature du charbon employé pour ces chaudières?*

R. — Quel que soit le type des chaudières, on emploie les b quettes d'Anzin ordinaires pour les petites et moyennes vitesses 10 à 14 nœuds, et les briquettes d'Anzin spécial pour les grand vitesses et pour les essais officiels.

Cette dernière qualité est indispensable pour pouvoir soutenir l'a lure à outrance pendant un certain temps. Il produit moins de fum que l'Anzin ordinaire et surtout moins de mâchefer. On emplo

Digitized by Google

l'Anzin spécial pour les essais de recette des machines afin d'avoir le même terme de comparaison pour les consommations.

D. — Quelles sont les mesures préliminaires à prendre pour être prêt à faire le plein et à allumer les feux ?

R. — Pendant le repos de la chaudière on opérera une visite minutieuse dans toutes ses parties. Après avoir fait le ramonage complet, on examinera attentivement toutes les coutures extérieures et surtout celles des boîtes à fumée et à feu, on examinera les tôles si elles n'ont aucune soufflure, ainsi que les rivures des tubes, on s'assurera que les armatures du foyer sont en parfait état et qu'aucune fuite n'existe ni aux tirants ni aux entretoises.

Les robinets et les différentes soupapes d'arrêt, de sûreté, seront visités et rodés s'il y a lieu.

On manœuvrera ces organes afin de s'assurer que les tringles et leviers qui les commandent fonctionnent bien. Les tubes de niveau seront nettoyés et leurs presse-étoupes refaits. Tous les moyens de communication entre la machine et la chaufferie seront vérifiés et mis en parfait état. On s'assurera du bon fonctionnement de la porte du tube de dégagement des gaz. Ces mesures prises on peut faire le plein.

D. — Comment fait-on le plein ?

R. — Avant de commencer à faire le plein, on ferme d'abord les robinets de vidange et d'extraction, puis on ouvre les robinets jauges et ceux des tubes de niveau ; on dévisse le bouchon fileté qui est généralement placé sur le trou d'homme du coffre à vapeur. Cela fait on introduit dans le trou un entonnoir dans lequel on déverse l'eau qui arrive par une manche, on remplit la chaudière jusqu'à ce que la partie la plus élevée des surfaces de chauffe soit recouverte d'une couche de 12 centimètres d'eau, ce qui correspond à la moitié de la hauteur du tube. On ferme les robinets jauges et ceux du tube de niveau au fur et à mesure qu'ils accusent de l'eau.

Le plein étant ainsi fait, on revisse le bouchon, on passe une visite minutieuse de toutes les parties de la chaudière afin de s'assurer qu'il n'existe de fuite nulle part, que les grilles sont en place ; s'il n'y a rien d'anormal, le fourneau est prêt à être chargé.

D. — Comment charge-t-on le fourneau ?

R. — Le charbon étant également réparti par plans de briquettes dans la soute, on met sur le parquet la quantité nécessaire pour recouvrir les grilles (200 kilos environ pour les chaudières type locomotives et 400 pour les Dutemple) d'une couche environ de 12 centimètres, le charbon est cassé de la grosseur du poing.

Le mode de chargement et la manière de gréer le fourneau sont les mêmes que ceux des chaudières ordinaires.

Digitized by Google

D. — Comment allume-t-on les feux ?

R. — Avant d'allumer les feux on jette encore un dernier coup d'œil sur le niveau et on manœuvre même un robinet jauge.

Certain du niveau, on est prêt à allumer les feux. A l'ordre d'allumer, on enlève le capot ; cela fait, on met le feu aux copeaux, on décolle les soupapes d'arrêt, celles des machines auxiliaires, celle du collecteur, des éjecteurs, on ouvre les robinets des manomètres.

On remplit le cendrier d'eau, on le maintient constamment plein pendant la marche. Cette eau sert à éteindre les escarbilles qui tombent, et aussi à former la vapeur qui se dégage à la surface, rafraîchit les grilles et empêche le mâchefer de s'y coller.

Lorsque la vapeur commence à se former, on fait jouer les robinets des divers organes afin de bien s'assurer qu'en marche on pourra les manœuvrer.

Arrivé à la pression de 4 kilogrammes, on ouvre la soupape d'arrêt de la quantité voulue pour la vitesse indiquée, ainsi que celles des machines auxiliaires.

On est prêt à marcher dans la chaufferie.

D. — Comment conduit-on la chauffe à la petite, moyenne et grande vitesse ?

R. — A la petite allure correspondant à une vitesse de 10 nœuds, la chauffe ne présente aucune particularité ; elle s'effectue au tirage naturel, les issues de la chaufferie restant ouvertes. Comme la consommation ne dépasse généralement pas 100 kilogrammes à l'heure, les charges seront effectuées à des intervalles de six minutes et d'un poids proportionnel à la dépense totale de 100 kilogrammes soit d'environ 8 kilogrammes et demi ou d'une briquette.

Pendant la chauffe, si la couche de charbon n'est pas uniforme, il faudra donner lestement un coup de rouable pour l'égaliser, et charger également sur toute la surface. En lançant le charbon avoir toujours bien soin de ne pas le jeter par-dessus l'autel ; les charges seront toujours opérées le plus rapidement possible ; un homme opérera les mouvements de la porte pour l'introduction de la pelle, et l'autre chargera.

La pression de la chaudière est de 4 kilogrammes ; à cette allure de 10 nœuds, soit 150 tours de machine, l'ouverture de la soupape d'arrêt est de 1 tour pour la chaudière.

Si on doit conserver cette allure, pendant un certain nombre de jours, on opérera un petit décrassage régulier après quatre heures de marche ; on procédera ainsi : on fera monter la pression à 5 kilogrammes, puis on fermera progressivement le registre de vapeur pour conserver à la machine le même nombre de tours ; on passera le crochet entre les grilles d'abord, puis à plat au-dessous des grilles afin de soulager le mâchefer qui est extrait avec les tenailles. Pendant ce décrassage, l'augmentation de la pression a permis de marcher régu-

Digitized by Google

lièrement. Après ce décrassage, on rétablit l'uniformité de la couche de charbon et on pratique une charge.

Il n'est pas rigoureusement nécessaire de charger à des intervalles précis; ce qu'il faut avant tout, c'est maintenir une couche régulière sur la grille; il ne faut pas de vide servant de passage direct à l'air. Après l'opération, on reprend la pression de régime, 4 kilogrammes.

Moyenne vitesse. — A la vitesse moyenne de 12 nœuds, on fermera le panneau de la chaufferie, et on mettra le ventilateur en marche à une allure donnant une pression de 3 centimètres d'eau dans la chambre de chauffe. La pression est à la chaudière de 6 kilogrammes. La consommation pouvant atteindre 180 kilogrammes à l'heure, les charges seront plus rapprochées, on les opérera toutes les quatre minutes environ, leur poids pourra être estimé soit par le nombre de pelletées, soit par le poids du charbon préparé à l'avance.

On ne peut guère préciser d'une façon absolue les intervalles à mettre entre les charges et le poids de chacune.

L'apparence claire ou non du foyer dans l'eau du cendrier et la constance de la pression, sont des indices auxquels on aura recours pour entretenir les feux.

Au moment du décrassage qui doit se faire au bout de quatre heures, on fera monter la pression à 7 kilogrammes en opérant comme à la petite vitesse. A cette allure les chaudières ne fatiguent pas, les feux ne sont pas poussés. La couche de charbon ne doit pas dépasser 15 centimètres. Après le décrassage on maintiendra la pression à 6 kilogrammes.

Grande vitesse. — A la grande vitesse on augmente la vitesse du ventilateur de manière à obtenir une pression de 9 à 10 centimètres d'eau; on augmente progressivement la couche de charbon jusqu'à 15 centimètres; le niveau d'eau étant à la hauteur normale; mais lorsque l'on augmente la vitesse, il monte alors dans le tube par suite du déjaugage du torpilleur; il dépasse souvent la hauteur du tube; mais cette situation particulière n'amène aucune perturbation dans le fonctionnement normal de la chaudière.

La prise de vapeur étant sur le coffre à vapeur qui est lui-même situé au-dessus de la chaudière, il ne se produit aucun entraînement d'eau; il est même nécessaire que les tubes de niveau soient remplis complètement à cette vitesse, afin que les extrémités des tubes supérieurs du côté de la boîte à fumée restent couverts d'eau.

A cette allure, il faut exercer une grande surveillance pour assurer la régularité de la chauffe; les intervalles entre les charges varient entre deux et trois minutes au plus, et leur poids est de 3 briquettes environ; elles doivent être opérées avec la plus grande rapidité possible; l'entrée d'un courant d'air froid frappant directement sur la plaque

Digitized by Google

de tête de la boîte à feu pourrait déterminer des gerçures dans cette plaque ou tout au moins amener des fuites dans les rivures des tubes. Le chef de quart suivra le niveau, il devra remarquer de temps à autre les bulles de vapeur qui s'élèvent dans le tube, indice qu'il n'est pas obstrué.

Le cendrier sera toujours maintenu plein d'eau.

Il s'assurera du bon fonctionnement des pompes alimentaires en touchant le tuyau de la boîte alimentaire, et en veillant le niveau des bâches.

D. — Comment décrasse-t-on un fourneau ?

R. — Pour décrasser un fourneau, si on est à l'allure à toute puissance, vingt minutes avant de commencer cette opération il faut cesser d'alimenter ce fourneau, ralentir progressivement la vitesse de la machine, ainsi que celle du ventilateur jusqu'à l'allure à petite vitesse; s'il y avait excédent de pression on pourrait faire fonctionner le bouilleur réparateur. On s'assure qu'il y a suffisamment d'eau dans le cendrier. Le fourneau étant rendu à la condition convenable, on ouvre le panneau de la chaufferie, et l'homme qui doit décrasser pousse avec le rouable le charbon sur la rangée de grille AR et d'un côté ou de l'autre du foyer, à droite ou à gauche selon celui par lequel on veut commencer le décrassage, et en ayant soin de dégager complètement 4 ou 5 grilles de la rangée AV que l'on enlève avec les tenailles. Cela fait, à l'aide du crochet on dégage le mâchefer du côté où le charbon a été enlevé et on le fait tomber dans le cendrier par l'espace laissé libre des grilles enlevées. Les grilles propres, on fait passer le charbon de l'autre côté sur le côté nettoyé, puis on opère une petite charge, sur ce charbon enflammé. On décrasse le fond et le deuxième côté de la même façon que le premier. Cela fait, on remet vivement les grilles en place et on étend le charbon enflammé sur toute la surface de la grille que l'on charge légèrement sur toute sa surface. On ferme le panneau de la chaufferie, on augmente légèrement la vitesse du ventilateur.

Quand le fourneau commence à reprendre son activité on nettoie le cendrier et on se débarrasse des escarbilles, du mâchefer : on charge progressivement le fourneau et on active la vitesse du ventilateur s'il y a lieu, selon la marche que l'on veut obtenir.

D. — Quels sont les indices du bon ou du mauvais fonctionnement du fourneau ? (Température trop haute ou trop basse.)

R. — L'aspect clair de la grille dans l'eau du cendrier est un bon indice de la liberté de la grille et de sa propreté. Une température d'environ 30° dans la chambre de chauffe indique également que sous la pression normale de l'air qui existe dans la chambre de chauffe il circule facilement entre les grilles. Une température trop basse et une pression d'air difficile à maintenir dans la chambre de chauffe indi-

Digitized by Google

queraient un passage trop facile et par conséquent que les grilles sont découvertes. Une température et une pression d'air trop élevée indiqueraient une couche de charbon trop épaisse ou les grilles seraient encrassées.

MISE BAS DES FEUX SUR UN TORPILLEUR

1° Mettre bas les feux d'une manière normale;
2° Mettre bas les feux par suite d'une avarie grave.

D. — Quelles sont les précautions à prendre pour mettre bas les feux ?

R. — 1° Si la mise bas des feux est nécessitée par l'arrivée au mouillage, on cessera trente minutes à l'avance l'entretien du fourneau, on réglera la vitesse du ventilateur et celle de la machine pour maintenir une pression constante dans la chaudière. Arrivé au mouillage et la machine stoppée, s'il existe encore trop de charbon sur la grille, on en fait tomber une certaine partie dans le cendrier en soulageant quelques grilles. Pendant cette opération, si la température de la chambre de chauffe le permet, on stoppe le ventilateur. Le fourneau préparé on ferme le cendrier, la porte de dégagement des gaz, si elle a été ouverte; on pratique de bonnes extractions de surface et de fond, on évacue la vapeur au condenseur, on alimente avec le petit cheval qui aspire alors au condenseur. Le niveau rétabli on ferme le panneau de la chaufferie, on met le capot de la cheminée et on ne rentre dans la chambre de chauffe que quand la température de la chaudière ne se trouve plus assez élevée pour craindre des contractions des tôles, c'est-à-dire vingt-quatre heures à trente-six heures après le stoppage ;

2° Si la mise bas des feux est nécessitée par une avarie grave dans la chaudière, telle que déchirure de ciel du foyer ou de la plaque de tête de la boite à feu, déchirures importantes de un ou plusieurs tubes, il faut en même temps et immédiatement ouvrir la porte de dégagement des gaz, celle du fourneau, fermer celle du cendrier, mettre en place sa barre transversale, pour appuyer cette porte; on augmente la vitesse du ventilateur, ouvrir l'extincteur.

Evacuer la chambre de chauffe, si elle est intenable, ou si la présence des hommes est inutile.

La chaudière pourra être vidée en grande partie peut-être; mais les avaries produites par cette extinction rapide n'auront pu être aggravées, car la vapeur qui s'est dégagée dans le foyer aura empêché l'élévation de température du métal.

Si l'avarie consiste seulement dans l'avarie de quelques tubes, on les remplacera dès que la température le permettra, on les tampon-

Digitized by Google

nera avec un tampon articulé composé de 2 cônes métalliques (fig. 255 et 256).

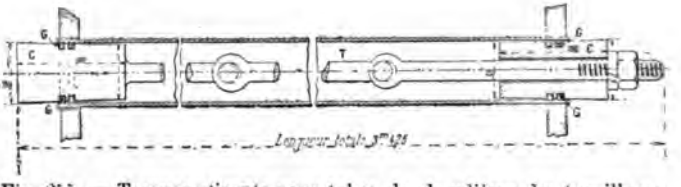


Fig. 255. — Tampons-tirants pour tubes de chaudières des torpilleurs de l'Escadre du Nord.

G, garnitures circulaires en plomb ou en cuivre rouge.
T, tirant articulé.
C, C, cônes en fer portant les garnitures en plomb ou en cuivre rouge.

Mise en place. — L'instrument est amené tout monté dans le tube à boucher; l'écrou E étant desserré on enfonce le tampon A dans la bague du côté de la boite à feu en frappant avec un marteau sur l'extrémité P de la tringle; ensuite à l'aide d'nne longne clef à douille qui embrasse l'écrou E, on enfonce le tampon A'; il suffit alors en tournant la clef de rendre à la main l'écrou E. Le gonflement du bois en présence de l'eau empêche les fuites et la pression intérieure ne tend qu'à écarter les tampons retenus par la tringle.

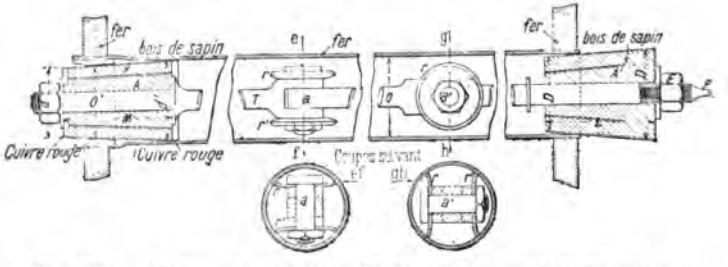


Fig. 256. — Tampons pour tubes de chaudières, modèle *Epervier*.

T, triangle en fer en 3 parties réunies par les boulons *a*, *a'*.
r, *r'*, rondelles en fer reliées par les boulons *a*, *a'*; elles tiennent droite la tringle dans le tube.
A, A', tampons un peu coniques, en bois de sapin recouvert de cuivre rouge mince et recuit.
A est fixé à un bout de la tringle; il est percé tout autour de trous de 1 mm de diamètre pour permettre à l'eau de l'intérieur de venir en contact avec la paroi en cuivre du tampon.
A', peut se mouvoir à frottement dur sur l'autre extrémité carré de la tringle.

Dimensions :

O, diamètre du tube.	O' diam. d'une bague
d = O' — 1mm.	D = O — 1mm.
d' = O — 1/2mm.	D' = O — 5mm.
M = 2O'.	L = 2O.

Digitized by Google

D. — Pendant la marche, comment empêche-t-on le panache de flammes par la cheminée ?

R. — Eviter d'avoir une couche trop épaisse et inégale ce qui nécessite l'emploi du rouable et par suite une inflammation immédiate des gaz qui se dégagent du charbon en le remuant. Il ne faut pas charger le fourneau avec de la poussière et ne pas laisser s'accumuler les nids d'hirondelles ni s'amasser trop de suie et d'escarbilles dans les tubes.

On modère, s'il est possible l'allure du ventilateur, mais c'est surtout par la régularité de la couche de charbon, par la régularité des charges que l'on prévient ces panaches.

D. — Quels sont les accidents qui peuvent provenir de l'ouverture brusque et complète du panneau de la chaufferie d'un torpilleur ou du stoppage du ventilateur.

R. — Les accidents qui peuvent se produire par suite de l'ouverture brusque du panneau de la chaufferie ou du stoppage du ventilateur consistent dans le soudage des grilles qui ne sont plus rafraîchies par le courant d'air, elles peuvent même se brûler; la pression tombe alors et il faut diminuer l'allure de la machine.

D. — Quel est l'accident qui peut résulter d'un feu mal entretenu sur une chaudière de torpilleur.

R. — Si le feu est mal entretenu, cela produit le même effet que l'ouverture de la porte du fourneau, les grilles étant découvertes, l'air s'introduit plus facilement et frappe directement les plaques de tête et les tubes qui seront exposés au passage libre de l'air froid.

Si au contraire les grilles sont couvertes de mâchefer, elles se brûleront, la pression baissera. Il faut donc avoir le plus grand soin d'égaliser la couche de charbon et à pratiquer des décrassages; lorsque les indices d'abaissement ou d'augmentation de température déjà cités dans la chambre de chauffe se révèleront.

D. — Quelles sont les mesures à prendre dans les cas suivants, particulièrement sur les torpilleurs :

1° *Le niveau montant constamment ;*

2° *Le niveau baissant constamment ;*

3° *Avec des fuites de vapeur dans la chaufferie.*

R. — 1° Le niveau montant constamment, faire d'abord une extraction de fond pour ramener le niveau à la hauteur normale, voir la cause produisant cet excédent d'eau d'alimentation ; goûter l'eau à la pompe à air après avoir fermé la réparation par le bouilleur ; si l'eau est salée, c'est que les tubes du condenseur fuient, il faut alors baisser la pression et la maintenir de 3,5 à 4 atmosphères au plus, diminuer la marche de la machine et pratiquer les extractions. On retombe dans le cas d'une condensation par mélange ;

Digitized by Google

2° Niveau baissant constamment :

Dans ce cas l'eau d'alimentation est insuffisante, chercher les causes des fuites.

1° Dans le tuyautage; 2° dans la chaudière.

Voir si les robinets de vidange et autres sont bien fermés, si les tubes fuient, et examiner le fonctionnement des pompes alimentaires en touchant les régulateurs et les robinets de purge des boîtes à clapets; réparer avec le bouilleur et les caisses et en même temps s'assurer de l'état du foyer; s'il a une tendance à rougir, ce qui se voit à première vue, il faut immédiatement fermer l'alimentation, assujettir la porte du cendrier, ouvrir l'extincteur et la porte de dégagement des gaz. Dépenser la vapeur en réglant l'allure de la machine. Mettre bas les feux immédiatement.

Une fois les feux tombés, on débarrassera le foyer et le cendrier, et on examinera avec soin les tôles du foyer, le rivetage des tubes. A la suite de cet examen, on jugera si l'état de la chaudière permet de rallumer les feux.

Après avoir complété le plein, si l'on ne reconnaît que des fuites aux tubes, on les dugeonnera, et s'il y en a de crevés on les tamponnera ; puis on rallumera les feux et on marchera à une pression modérée tout d'abord et que l'on pourra augmenter ensuite en appréciant la façon dont la chaudière se comporte.

Si au contraire à l'inspection du foyer on ne reconnaît rien d'anormal dans l'aspect des tôles, on forcera l'alimentation en réparant au condenseur jusqu'à ce que le niveau reprenne sa hauteur normale, et au début on marchera à une allure modérée.

3° Fuite de vapeur dans la chambre de chauffe.

Si par suite de la rupture d'un tuyau la chambre de chauffe se trouvait envahie par la vapeur, il faudrait accélérer le plus possible la vitesse du ventilateur afin que cette vapeur puisse être refoulée dans le cendrier et on ouvrirait la manche de dégagement des gaz, on ouvrirait l'extincteur et on évacuerait la chambre de chauffe.

Lorsque le manomètre de la machine n'indiquerait plus de pression on ouvrirait le panneau de la chaufferie. On se mettrait en mesure de réparer l'avarie.

ÉBULLITIONS

LEURS CAUSES, LEURS EFFETS

Manière de les atténuer dans les chaudières des torpilleurs. — Ainsi qu'il a été dit au sujet des chaudières ordinaires, on appelle ébullition toute perturbation qui se produit dans la masse d'eau de la chaudière.

Les perturbations ont rendues manifestes dans les tubes de niveau par des montées et des descentes saccadées de l'eau, et même par sa

Digitized by Google

disparition, ainsi que par les mouvements rapides des bulles qui montent dans le tube.

Les ébullitions sont plus fréquentes sur les chaudières des torpilleurs que sur les chaudières ordinaires à cause de leur chauffage énergique et de leur grande production de vapeur sous un petit volume, et de la grande vitesse des machines qu'elles alimentent.

D. — Quelles sont les causes principales auxquelles on peut attribues les ébullitions ?

R. — Les causes auxquelles on peut attribuer les ébullitions dans les chaudières des torpilleurs sont :

1° Diminution brusque de la pression de régime par une mise en marche trop rapide ou par une dépense de vapeur plus grande que la production, en pratiquant une chauffe énergique au tirage forcé, ou par une chauffe irrégulière, ce qui amène des variations dans la pression;

2° Un niveau trop élevé ce qui réduit le volume de vapeur en rapprochant le niveau de la prise de vapeur;

3° Par un plein fait avec de l'eau vaseuse ou saumâtre ce qui nécessite l'urgence de ne faire le plein qu'avec de l'eau douce et propre ;

4° Par la présence de matières grasses formant un corps noir et assez résistant qui forme nappe au-dessus de l'eau, en gênant le dégagement naturel de la vapeur ;

5° Effets de la grosse mer provoquant des secousses brusques et des déplacements de l'eau dans la chaudière;

6° Chaudière trop propre venant d'être lessivée.

D. — Quels sont les moyens qu'il convient d'employer pour les atténuer ?

R. — Ces moyens consistent :

1° A ne pas mettre en marche sans avoir bien échauffé la machine et de n'ouvrir au départ la soupape d'arrêt que de la quantité à assurer la vitesse ordinaire de l'appareillage, demi-tour environ pour une pression de 6 kilogrammes.

Si la machine doit marcher à toute puissance, régler progressivement la vitesse du ventilateur et l'épaisseur de la couche de charbon pour arriver au nombre de tours voulu; ouvrir progressivement la soupape d'arrêt jusqu'à deux tours, mais en suivant la marche de l'aiguille du manomètre, il faut qu'elle conserve toujours une tendance à monter, si le contraire tendait à se produire, il faudrait refermer la soupape d'arrêt jusqu'à ce que la tendance à la montée ait lieu. Il faut pratiquer une chauffe régulière et par les moyens indiqués;

2° Ne pas avoir un niveau trop élevé, ce qui pourrait arriver au début de la marche, lorsqu'il y a de l'eau en surplus dans le condenseur et dans la bâche. Dans ce cas le chef de quart devant les feux

Digitized by Google

prévient le mécanicien de quart pour régler le fonctionnement des pompes alimentaires;

3° Ne faire le plein qu'avec de l'eau douce et propre.

4° Eviter la présence des mélanges graisseux par un graissage modéré, correspondant à une dépense de 50 à 60 grammes d'huile oléonaphte par heure de marche, et voir par une visite si cette quantité est suffisante, et faire des extractions de fond et de surface, si les circonstances le permettent;

5° Si l'état de la mer donne lieu à des déplacements brusques de l'eau; dans ce cas, c'est par une diminution de vitesse que l'on peut y remédier, le commandant est alors juge de la situation;

6° Une chaudière neuve ou devenue trop propre à la suite d'un lessivage; cette circonstance est un fait constaté par la pratique. Pour remédier à cet inconvénient il suffit, dans un récipient de saturer de chaux une certaine quantité d'eau douce, de prendre environ 160 litres de cette eau que l'on ajoutera à celle de la chaudière pour compléter le plein.

En résumé, après avoir énuméré les causes des ébullitions et les moyens employés pour les atténuer, il faut encore, en dehors de ces sages conseils, faire comprendre au personnel mécanicien et chauffeur que le premier remède consiste dans la régularité de la chauffe, dans celle de l'alimentation et dans une attention vigilante sur l'aiguille du manomètre.

D. — Au bout de combien de temps faut-il renouveler l'eau des chaudières des torpilleurs type locomotive ?

R. — Il est utile de lessiver les chaudières et les condenseurs au bout de cent heures de marche ; la présence sous les feux et sans pression ne donnant lieu qu'à un fonctionnement intermittent des machines auxiliaires, il y a peu de graisse d'introduite dans la chaudière. Il ne faut donc tenir compte que la marche effective.

L'épurateur à éponges adopté par M. Normand retient presque toutes les graisses, c'est donc cet épurateur qu'il faudra visiter et lessiver à chaque mouillage et après chaque traversée. Les torpilleurs devront prendre de la potasse ou du savon noir pour nettoyer les éponges en conséquence, l'opération étant des plus faciles, il n'y aurait aucune excuse à ne pas la faire.

D'après de nouvelles expériences, le lessivage des éponges doit se faire lorsque les éponges auront absorbé une quantité de graisse égale à leur poids et le poids du savon à employer sera également poids.

D. — Quelles précautions doit-on prendre si l'on doit marcher av de l'eau saumâtre ou salée provenant des fuites dans le condenseur

R. — Si l'on se trouve dans la nécessité d'alimenter la chaudiè avec cette eau, il faut abaisser la pression à 3 kilogrammes et ma

Digitized by Google

cher à une allure qui ne fatigue pas la machine, élever le niveau aux trois quarts du tube afin d'augmenter le volume d'eau, et pratiquer des extractions continues, et dans chaque quart en faire une plus énergique pour renouveler l'eau et chasser celle de la partie inférieure qui est la plus saturée.

D. — Comment reconnaît-on qu'il y a des fuites dans le condenseur ?

R. — On reconnait qu'il y a des fuites dans le condenseur par la tendance continuelle du niveau à monter dans les bâches.

Cette persistance ne peut se produire que par une abondance d'eau exceptionnelle, ce qui indique qu'il y en a plus que celle qui résulte de la condensation de la vapeur.

CHAUDIÈRE BELLEVILLE

CONDUITE ET ENTRETIEN

Faire le plein. — Le plein est fait à l'eau douce toutes les fois que les circonstances le permettent; on le fait en vissant une manche sur le tuyau collecteur des extractions; on ferme les robinets d'extraction lorsque l'eau atteint une hauteur de 4 à 5 centimètres dans le tube de niveau.

Si les nécessités obligent à faire le plein à l'eau de mer, il faudra avoir soin de mettre dans la boite d'alimentation suffisamment de chaux pour neutraliser les effets corrosifs des chlorures. Le papier tournesol doit bleuir dans l'eau des chaudières. Après le plein fait, vérifier les bouchons des tubes et des collecteurs afin de s'assurer qu'il n'y a aucune fuite. Dans les nouveaux appareils des croiseurs le plein se fait à l'aide d'un petit cheval alimentaire fonctionnant avec la chaudière allumée pour le service journalier des auxiliaires.

Charge des fourneaux. — Vérifier que les cendriers sont en parfait état, que les grilles sont bien en place, que la maçonnerie ne laisse rien à désirer, que les buses des souffleries ne sont ni endommagées ni bouchées. Cette visite faite, couvrir les grilles d'une couche de 8 à 10 centimètres, et disposer le bois comme dans les chaudières ordinaires.

Allumage des feux. Précautions à prendre. — Avant d'allumer les feux, décoller les soupapes d'arrêt afin de ne pas les trouver coincées quand on sera sous pression, ouvrir les robinets du plein complet pour laisser échapper l'air. Tenir les cendriers fermés ainsi que les portes des boites à tubes ; ouvrir les portes des foyers. Ces précautions prises on allume les feux comme dans les chaudières ordinaires.

Digitized by Google

Quand le charbon de la partie AV du foyer est bien enflammé, on l'étend sur toute la surface de la grille, on ferme alors les portes des foyers et on ouvre un peu les volets des cendriers.

Lorsque les feux sont bien pris, on maintient ouverts les robinets de vérification du plein jusqu'à ce que la vapeur commence à sortir, et dès que le coude du tuyau de retour d'eau au collecteur d'alimentation commence à prendre une température qui ne permet plus d'y maintenir la main, on fait quelques petites purges par le robinet du déjecteur afin d'atténuer les chocs qui se produisent dans les tubes générateurs, sans doute par suite de la circulation de l'eau qui vient du collecteur épurateur et qui n'a pas la température de celle des tubes.

C'est le même phénomène que celui qui se produit quand on fait des extractions dont les chocs ébranlent tous les joints. Dès que la pression atteint 4 ou 5 kilogrammes on ouvre tous les générateurs en fonction, les soupapes d'arrêt d'un demi-tour afin de réchauffer tous les tuyaux et d'établir l'équilibre de pression avec les générateurs.

Echauffer les machines. — Echauffer toutes les machines, balancer et amorcer les petits chevaux alimentaires ; n'ouvrir pendant cette période d'échauffement et de manœuvre, les robinets gradués d'alimentation, que de la quantité nécessaire pour assurer une marche modérée au petit cheval et maintenir le niveau normal et réparer les pertes.

Balancer les machines. — Au moment de balancer la machine, n'ouvrir d'abord toutes les soupapes d'arrêt que d'un tour et demi à deux tours au plus, afin de prévenir les entraînements d'eau, puis les ouvrir en grand pour une marche normale.

Au moment de la mise en marche, par suite de l'énergie de l'ébullition, le niveau s'élève, et peut même disparaître ; mais comme sa hauteur a été constatée avant sa mise en marche, on ne peut avoir aucune inquiétude.

Dans cette position le flotteur monte et met le mécanisme d'ouverture au repère de fermeture.

Mise en marche de la machine à l'allure normale. — Lorsque la machine est mise en marche à son allure normale et régulière, on règle l'ouverture des portes des cendriers au même cran ; et si par suite de circonstances, on change l'allure et que le nombre de chaudières allumées soit plus que suffisant pour assurer, pendant ce changement d'allure, la vitesse demandée, on diminuera l'activité des foyers en fermant la porte du cendrier du côté opposé à la colonne de niveau d'eau, laissant celle du côté du niveau ouverte afin de faciliter le retour de l'eau au collecteur inférieur.

Digitized by Google

Mise en marche des petits chevaux alimentaires. — Lorsque le petit cheval alimentaire est muni d'un éjecteur on facilite l'amorçage de ce dernier en faisant le vide à l'aide de l'éjecteur, on répéterait cette opération chaque fois que l'amorçage laisserait à désirer. La conduite de cet appareil a été décrite avec l'ensemble du mécanisme.

Conduite des feux. — Ainsi qu'il a été déjà dit au sujet des chaudières multitubulaires en général. pour maintenir une pression constante, il faut pratiquer une chauffe régulière, il faut chercher à obtenir par cette régularité que chaque chaudière consomme dans les mêmes conditions la même quantité de charbon dans le même temps et pour se rapprocher de cette bonne condition, il faut pratiquer une chauffe méthodique ; charger en même temps dans chaque chaufferie le même côté à tous les foyers ; cela fait, attendre l'intervalle réglé suivant l'énergie de la chauffe, quatre ou cinq minutes, puis charger les autres côtés des foyers. Le charbon sera cassé et préparé à l'avance devant chaque porte des fourneaux.

La couche du charbon sera régulièrement de 8 à 10 centimètres et ne devra jamais dépasser 12 centimètres ; il faudra éviter l'entassement à l'avant du foyer. Les brûleurs seront ouverts d'une façon permanente et réglés pour assurer une bonne combustion en opérant un bon brassage des gaz. Les changements de pression qui pourraient se produire pendant la marche par suite des changements d'allure dans la vitesse des machines seront corrigées par les ouvertures plus ou moins grandes des cendriers, en réglant surtout celle du côté opposé à la colonne de niveau.

On maintiendra les cendriers propres.

Les trous de regard placés sur les portes des tubes et fermés par un petit opercule donnent exactement l'état du foyer. Il faut que la couleur des flammes soit claire. Rouge, il n'y a pas assez d'air, lesgrilles sont trop chargées. Il faut voir circuler les flammes dans le faisceau tubulaire.

Hauteur du niveau. — La hauteur du niveau doit varier le moins possible, il faut la maintenir à une hauteur de 8 centimètres dans le tube ; trop basse on s'expose à la voir baisser rapidement, si le fonctionnement du petit cheval laisse à désirer ; trop haute elle expose aux entraînements d'eau. Dans le cas où le niveau viendrait à disparaître il faut immédiatement fermer les cendriers, ouvrir les portes des générateurs et lever le contrepoids du flotteur, afin d'augmenter l'ouverture du régulateur automoteur.

Vérifier immédiatement l'ouverture du robinet d'alimentation, l'ouvrir en grand et vérifier celui d'extraction.

Dans le cas où le niveau paraîtrait trop bas d'une façon générale, on enlèverait une ou deux rondelles en plomb du contrepoids du flotteur. Ce dernier flotterait moins facilement et exigerait pour

Digitized by Google

flotter une hauteur d'eau plus grande dans le récipient où il plonge. Dans les nouveaux appareils du *Latouche-Tréville*, l'alimentation s'est toujours faite régulièrement.

Décrassage et ramonage. — Le décrassage des fourneaux ainsi que le ramonage des tubes doit être réglé méthodiquement, un rôle est établi pour chaque chaudière. Selon l'énergie de la chauffe, les foyers peuvent avoir besoin d'être décrassés après quatre ou huit heures de marche; il faudra donc prendre des mesures pour que tous les fourneaux soient décrassés dans ce dernier laps de temps.

Pour opérer le décrassage du fourneau on profite du moment où il a besoin d'être chargé; on ferme alors la porte du cendrier correspondant à la partie de la grille que l'on va décrasser; on maintient ouverts les mélangeurs de gaz pendant l'opération afin de faciliter le décollement du mâchefer et de brûler les gaz qui se dégagent abondamment de la houillie non brûlée au moment où on la remue. On pousse le charbon du côté où l'on doit commencer, sur le côté laissé en activité; cela fait, si les grilles sont articulées, disposition nouvelle qui est en essai sur l'*Alger*, on les fait manœuvrer à la façon d'une cisaille, ce qui brise les mâchefers que l'on retire par la porte inférieure du foyer. Si cette disposition n'existe pas, on décolle le mâchefer à l'aide des outils ordinaires et on le retire.

Cette opération finie d'un côté, on ramène le charbon enflammé sur les grilles nettoyées, on opère une légère charge; on décrasse la partie du deuxième côté comme la première. Cela fait on égalise la couche de charbon enflammé sur toute la grille, on opère une légère charge, que l'on augmente progressivement jusqu'à l'épaisseur normale. Cela fait, on ouvre les portes des cendriers au cran adopté pour la marche.

Pendant l'opération du décrassage, avoir soin de régler l'ouverture du robinet gradué d'alimentation afin d'éviter un niveau trop haut.

Ramonage en marche. — Le ramonage en marche est effectué à l'aide de la lance à vapeur ou de la brosse, cette opération doit-être faite généralement au bout de vingt- quatre heures; mais ce temps peut être modifié selon la nature du charbon que l'on emploie et selon l'activité des feux. Il ne faut ramoner qu'une chaudière à la fois. Pour ramoner on profite du moment où le foyer a besoin d'être rechargé, et on commence par fermer les portes des cendriers et ouvrir celles des fourneaux et des tubes; si l'on veut profiter du ramonage pour décrasser le fourneau en même temps, on pousse le charbon dans le fond du foyer contre la maçonnerie; on commence par passer la raclette sur les écrans supérieurs, puis la lance à vapeur sur toutes les rangées de tubes en commençant par les rangées supérieures. Cette première opération finie; on enlève le mâchefer par le

Digitized by Google

procédé ordinaire, on étend ensuite le charbon sur toute la grille et on procède à la charge progressive du fourneau.

Le ramonage à la vapeur est plus prompt, mais il a l'inconvénient d'user de l'eau douce, et si la vapeur n'est pas bien sèche l'eau qu'elle lance colle la suie contre les tubes; il faut donc avoir grand soin de bien purger le collecteur de vapeur où prennent les manches de ramonage. Le ramonage à la brosse serait préférable, mais il est moins expéditif. Au mouillage et dans les circonstances où l'on n'a pas à craindre les dépenses d'eau, c'est le seul qui doit être employé. Il ne faut pas négliger le ramonage, le bon fonctionnement des chaudières dépend de leur état de propreté, il faut passer souvent le racloir en forme d'arc sur la surface extérieure des tubes.

Lorsque l'on fait usage de la brosse, afin de l'empêcher de brûler il faut la tremper dans l'eau.

Arrêts momentanés. Précautions à prendre. — Lorsque l'on doit stopper momentanément les machines, afin d'éviter une augmentation subite et nuisible de la pression, il faut immédiatement fermer les portes des cendriers, ouvrir les portes des boîtes à tubes et laisser fermées celles des foyers, arrêter les mélangeurs des gaz, diminuer l'allure des ventilateurs et si l'alimentation se fait par une pompe conduite par la machine, mettre immédiatement en marche le petit cheval alimentaire; si l'arrêt doit se prolonger, pousser le charbon au fond des fourneaux contre la maçonnerie, tenir du charbon tout prêt pour la remise en activité des foyers. Si l'on stoppe brusquement, faire d'abord les manœuvres du cas précédent au sujet des portes, puis ouvrir immédiatement au condenseur la soupape de décharge accidentelle dont on règle l'ouverture en suivant les indications du manomètre. Il faut avoir soin d'aspirer cette eau du condenseur, et la refouler dans les caisses d'aspiration des pompes alimentaires, car cette eau pourrait être perdue, si les pompes à air n'étaient pas indépendantes des machines principales. Toutes les chaudières Belleville actuellement en usage sont alimentées par des petits chevaux système Belleville qui sont toujours indépendants des machines motrices. Les pompes à air sont également indépendantes et aspirent aux condenseurs puis refoulent aux caisses alimentaires, où aspirent les petits chevaux alimentaires.

MARCHE A TOUTE PUISSANCE

1° **Au tirage naturel.** — Pour réaliser le maximum de production de vapeur, il faut ouvrir en grand le robinet gradué de l'alimentation ainsi que les portes des cendriers; régler l'ouverture des mélangeurs de gaz de façon à maintenir une couche de 12 centimètres au maximum, égaliser la couche de charbon après deux ou trois charges,

Digitized by Google

tenir de l'eau dans les cendriers; retirer le mâchefer s'il devient nécessaire, mais sans diminuer la couche de charbon.

2° **Au tirage forcé.** — Ce tirage est obtenu comme dans les autres types de chaudières, soit par la pression d'air dans les chaufferies, soit par jet d'air dans la cheminée. Ce procédé a été abandonné sur le *Latouche-Tréville* et remplacé par le premier procédé. Si les deux dispositions existent, il ne faut se servir des jets de vapeur qu'en cas de nécessité à cause de la dépense d'eau. Avec cette chauffe la consommation du charbon étant beaucoup plus grande qu'au tirage naturel, il faut rapprocher les intervalles entre les charges et les pratiquer toutes les cinq minutes environ. Si l'on admet que le poids de chaque charge est de 40 kilogrammes, connaissant la surface de grille et la consommation que l'on devra faire par mètre carré de grille et par heure, il sera facile d'en déterminer le nombre et par conséquent la durée des intervalles.

L'attention doit être portée sur le niveau d'eau; avec une pareille production de vapeur, le niveau peut baisser rapidement et le manque d'eau peut se produire même dans les rangées inférieures. Quand le niveau est incertain, ouvrir les portes des tubes et fermer les cendriers et mettre bas les feux si le robinet jauge ne donne pas d'eau. Les tubes inférieurs exposés directement à l'énergie du foyer rougissent facilement et peuvent se déchirer; mais il faudrait une grande négligence pour produire cette avarie.

FAIRE EXTRACTION

Lorsque par suite de fuite dans les tubes des condenseurs, ou de réparations fréquentes à l'eau de mer, par suite de fuites, la saturation atteint 3° au saturomètre réglementaire, on pratique une purge énergique à tous les déjecteurs en ouvrant en grand leurs robinets, les dépôts qui s'accumulent de préférence dans cette partie seront expulsés.

Si la saturation atteint pour les mêmes causes de 4 à 6° et que l'on soit obligé de continuer à marcher dans ces conditions, on pratique des extractions continues.

Dans le cas où la marche doit être continuée en faisant des extractions continues, il ne faut allumer que le nombre de chaudières strictement nécessaire à assurer la vitesse demandée afin de leur faire produire presque le maximum de vapeur, ce qui détermine une circulation d'eau active dans les éléments et prévient l'adhérence des dépôts. On ouvre les robinets des déjecteurs de temps à autre.

RESTER SOUS LES FEUX

Fermer les portes des cendriers et les robinets des mélangeurs de gaz, faire de bonnes extractions par les déjecteurs, purger les auto-

Digitized by Google

moteurs d'alimentation, établir un bon niveau. Profiter de cet arrêt pour opérer un bon décrassage et un bon ramonage, passer la gratte autour des tubes, nettoyer les écrans brise-flammes.

ÉTEINDRE LES FEUX

Enlever préalablement tout le charbon qui est sur les parquets, décoller de chaque côté des foyers le mâchefer pendant qu'il est encore chaud. Cela fait, mettre bas les feux par les moyens ordinaires.

Conserver les feux dans une chaudière qui restera momentanément sous pression pour faire fonctionner les petits chevaux alimentaires afin de remplir complètement les autres générateurs. Ce plein fait, alimenter le plus possible dans le générateur encore en fonction, mettre ensuitebas les feux de ce dernier quand il ne sera plus utile, et compléter son plein par la pompe à bras. Ne jamais vider les chaudières, conserver toujours le plein complet avec de l'eau saturée de chaux (1 kilogramme environ par mètre cube d'eau) afin d'empêcher la corrosion des tubes.

Lorsque l'on devra vider les chaudières, soit pour cause de visite ou de nettoyage intérieur, il faudra attendre le refroidissement complet des appareils.

NETTOYAGE DES CHAUDIÈRES

Lorsque les chaudières doivent rester un certain temps sans fonctionner, ou que le bâtiment doit être mis en réserve, il importe d'opérer un nettoyage à fond et de commencer par l'extérieur des tubes, des foyers et des boites enveloppes qui seront grattés de manière à mettre le métal à nu, puis cela fait on commencera :

1° Par démonter tous les bouchons des tubes;

2° Par enlever l'autoclave de l'épurateur;

3° Par dégager tous les cônes de jonction du collecteur inférieur, avec les boites, afin de les visiter et les débarrasser des tartres qui peuvent s'être collés autour de leurs parois;

4° Nettoyer le cylindre déjecteur et le collecteur inférieur d'alimentation;

5° Ouvrir le cylindre de l'automoteur; visiter les soupapes, procéder au rodage de chacun de ces organes; profiter du moment où l'on vient seulement de vider les chaudières, afin d'enlever plus facilement les dépôts qui sont encore à l'état de boue soit dans les tubes, soit dans les collecteurs.

Pour le nettoyage des tubes, commencer par l'épurateur, et par chaque élément en commençant par le haut.

Ce nettoyage peut se faire avec une simple gratte ou avec la tarière, si les dépôts sont très adhérents; on n'y touchera pas si la

Digitized by Google

couche n'est que d'un demi-millimètre. Après ce nettoyage, rincer le tout avec un courant d'eau et en commençant par le haut. Toute la robinetterie et toutes les soupapes seront visitées, et les presse-étoupes refaits.

LESSIVAGE DES CHAUDIÈRES

Le lessivage des chaudières doit être fait après huit cents à mille heures de chauffe. On commence à faire le plein jusqu'au haut du tube de niveau, puis par l'autoclave de l'épurateur supérieur on introduit 3 kilogrammes de carbonate de soude dans chaque élément, on referme l'autoclave. Puis on allume les feux et on conduit modérément la chauffe, on laisse monter la pression à 6 kilogrammes environ.

Ensuite on laisse tomber les feux et la pression aussi de 6 kilogrammes à 2 ; puis pour redonner une circulation rapide dans tous les éléments du générateur on repousse les feux de façon à obtenir rapidement la pression de 6 kilogrammes; on la laisse encore de nouveau tomber puis remonter deux ou trois fois consécutives. Pendant toutes ces variations de pression l'eau s'est mise en mouvement dans les éléments et avec le carbonate de soude dont elle s'est chargée, elle saponifie les dépôts graisseux qui sont alors entraînés par de fortes extractions obtenues en ouvrant le robinet du déjecteur. Après cette opération, rincer en grand tous les éléments; vider de nouveau et faire le plein complet des chaudières à l'eau de chaux; vérifier ce plein tous les jours, afin de le compléter s'il y a lieu.

Résumé. — En résumé la conservation de ces appareils exige, en service courant de navigation, de maintenir plein d'eau saturée de chaux ceux qui ne fonctionnent pas. Dans un arrêt prolongé ou en réserve, on les remplit complètement de la même eau. Après un nettoyage complet des tôles enveloppes des tubes, faire une visite minutieuse de tous les organes, robinets, soupapes, tuyautage, joints, grilles, buses des mélangeurs, maçonnerie, et remplir ces générateurs d'eau.

Dans le cas où l'abaissement de température deviendrait un obstacle au plein, il faudrait les lessiver comme il a été dit et les assécher en faisant un feu doux avec des copeaux et en ouvrant la porte autoclave de l'épurateur dans lequel on introduit de la chaux vive, puis refermer cette porte.

CHAUDIÈRES DUTEMPLE

D. — Comment conduit-on la chauffe dans les chaudières Dutemple et quelle surveillance exigent-elles ?

R. — Comme ces chaudières ont des volumes d'eau et de vapeur

Digitized by Google

très réduits, pour obtenir une pression constante il faut pratiquer une chauffe excessivement régulière, tant au point de vue du temps à mettre entre les intervalles de charges qu'au point de vue de leur poids; il faut maintenir un niveau normal et constant. Dans les derniers types de ces chaudières, la consommation a atteint 1,000 kilogrammes à l'heure, à l'allure à toute puissance, les charges doivent être faites toutes les deux minutes et demie soit 25 à l'heure et au poids de 40 kilogrammes chacune, soit 5 briquettes environ.

Ces nouvelles chaudières ont deux portes à chaque fourneau à cause de la grande surface de grille.

Il faut donc avoir son charbon tout prêt et charger alternativement par une porte et par l'autre toutes les deux minutes et demie et posséder une grande habitude pour répartir également la couche de charbon qui ne doit pas dépasser un maximum de 15 à 20 centimètres, afin que l'air n'éprouve pas une trop grande résistance à passer entre les grilles.

La pression de l'air obtenue par le ventilateur variera entre une hauteur d'eau de 6, 7 et 12 centimètres; le cendrier sera toujours rempli d'eau afin de refroidir les grilles qui sont très minces.

Pendant la chauffe à toute puissance, il faudra éviter les irrégularités de la couche de charbon, afin de ne pas avoir besoin de se servir d'autres outils que de la pelle.

Dans ce type de chaudières si on n'a pas à redouter les effets de contraction produits par un violent courant d'air froid sur les tubes, on doit quand même chercher à l'éviter, car il a beaucoup d'influence sur la constance de la pression, il parcourt tout le faisceau tubulaire qu'il refroidit. En résumé ce n'est qu'en pratiquant des charges régulières et à des intervalles égaux réglés par l'activité des foyers, et en maintenant une couche de charbon de 15 à 20 centimètres au plus, en réglant convenablement l'allure du ventilateur, en étendant régulièrement le charbon sur la grille que l'on évitera les panaches de flamme et de fumée par la cheminée.

Il faut éviter la disparition du niveau dans le tube.

Si l'alimentation faite par la pompe alimentaire conduite par la machine devenait insuffisante, il faudrait immédiatement alimenter avec les pompes alimentaires indépendantes, en prenant l'eau soit dans les caisses, soit aux bâches. Il faut toujours que le tube indicateur du niveau dans les bâches indique de l'eau. Si le niveau était bas, il faudrait faire fonctionner le condenseur auxiliaire pour rétablir le niveau à une hauteur convenable. Les indications du niveau fournies par les robinets jauges ne sont pas suffisantes pour apprécier sa hauteur dans la chaudière.

Le bon état des montures des tubes doit être assuré, il faut les visiter après chaque traversée afin de bien en dégager les conduits. Il faut toujours avoir sous la main des tubes de niveau de rechange.

Digitized by Google

Comme il y en a généralement deux en place, et montés sur la même colonne dans les nouvelles chaudières, on pourra très bien ne faire usage que d'un seul à la fois et réserver l'autre en cas d'avaries.

Si par suite d'une avarie dans le condenseur on se trouvait dans la nécessité de marcher avec l'eau de condensation par mélange, presque à l'état naturel de l'eau de mer, il faudrait baisser la pression de régime jusqu'à 3 kilogrammes; régler l'allure de la machine à la petite vitesse de façon à lui assurer un mouvement régulier, tout en consommant le moins de vapeur possible, puis élever le niveau aux trois quarts du tube afin d'obtenir un plus grand volume d'eau dans le collecteur supérieur, et régler son alimentation de façon à maintenir le niveau à cette hauteur, ce qui permettra de faire des extractions continues, puis toutes les heures d'en faire une bonne de fond, de façon à expulser les dépôts salins qui auraient pû se déposer dans le fond des collecteurs.

Ces dépôts ne pouvant jamais se déposer dans les tubes générateurs à cause des mouvements de l'eau produits par la rapidité de la circulation des bulles de vapeur, ils seront donc toujours contenus dans le collecteur d'alimentation et dans le collecteur supérieur.

Une brusque ouverture du robinet de vidange permettra de les expulser s'il en existe. Au moment de cette opération, comme l'ouverture du robinet se fait à l'aide d'une tringle et de levier, il sera bon qu'un homme soit placé près de la manivellequi en actionne la clef.

Après avoir marché dans ces conditions, il faudra visiter avec soin les collecteurs, et démonter quelques tubes afin d'extraire tous les dépôts qui pourraient exister.

Comme entretien, en marche, il faudra ramoner à la vapeur pour ne pas laisser la suie s'accumuler sur les tubes, puis décrasser quand l'obstruction des grilles tend à se produire; on opérera le décrassage de la même manière que sur les chaudières type locomotive.

Lorsque par suite d'un arrêt subit de la machine, la pression tend à monter rapidement, on diminuera la vitesse du ventilateur et on ouvrira immédiatement les écrans du foyer et on évacuera le surplus de la vapeur au condenseur; l'ouverture immédiate des écrans suffit généralement pour empêcher la pression de monter.

L'inconvénient de cette ouverture est de peu d'importance, la forme des tubes permet les dilatations et les contractions sans donner lieu à des fatigues ou à des déchirures. On peut aussi diminuer le tirage en manœuvrant les écrans qui se trouvent au-dessus du faisceau tubulaire, on diminuerait ainsi le passage des flammes.

Soins à donner à ces chaudières pendant un arrêt prolongé, ou en réserve. — Les soins à donner à ces chaudières pendant un arrêt prolongé, consistent dans un nettoyage intérieur et extérieur parfait des collecteurs; dans la grande propreté extérieure et intérieure des tubes qui devront être dégagés de la suie et des dépôts graisseux.

Digitized by Google

On séchera ensuite l'ensemble de la chaudière en faisant un feu doux sur la grille et en laissant ouverte la porte de visite du collecteur supérieur; quand l'air sortira chaud et sec par cette porte, on mettra dans le collecteur supérieur de la chaux vive renfermée dans un bassin puis on fermera la porte.

Quand le torpilleur doit rester armé, on ne saurait trop prendre de soins pour le nettoyage du faisceau tubulaire. Sur deux torpilleurs naviguant en escadre et munis tous deux du même type de chaudières, un, par une visite régulière des tubes après chaque traversée, par le lavage, à l'aide d'une pompe, de chacun des tubes dans lequel coulait un courant d'eau énergique, par le nettoyage des collecteurs, a donné d'excellents résultats; pendant une période de deux années, aucun tube n'a été avarié; on en a coupé quelques-uns pris au hasard dans le faisceau, tous ont donné la preuve qu'ils n'avaient subi aucune usure. Dans l'autre au contraire, ces mesures n'ayant pas été prises, ou prises d'une façon incomplète, à plusieurs reprises on a été obligé de remplacer des tubes.

Le zinc que l'on a placé dans les collecteurs a produit un excellent effet. D'après les observations qui ont été faites en escadre, cette addition du zinc s'imposait dans ce type de chaudières.

La durée et le bon fonctionnement de ces appareils dépendent uniquement de leur état de propreté. Il faut à tout prix éviter les dépôts qui peuvent ou gêner la rapidité des fluides, ou empêcher le contact direct de l'eau avec les parois des tubes. Il faut employer de l'eau distillée autant que possible, et non des fonds de caisses.

Tout oubli dans ces précautions qui n'exigent que des soins, serait une négligence coupable.

Avant d'arriver au mouillage il faut pratiquer de bonnes extractions. Toute cause qui occasionne un courant énergique dans le faisceau tubulaire doit être employée chaque fois que les circonstances le permettent. S'il n'y a qu'une chaudière allumée sur deux et que le plein de la chaudière inactive soit fait, on peut se servir de la pression de l'autre pour faire une bonne extraction. Les dépôts sont expulsés avec la même facilité.

En réserve, on les conserve généralement pleines d'eau; mais si l'on est exposé à la gelée on les conserve par le procédé de la chaux vive.

Pendant l'arrêt des torpilleurs, il faut visiter avec soin l'enveloppe, refaire la maçonnerie, et si le torpilleur doit reprendre armement, refaire les joints des collecteurs et des soupapes avec le plus grand soin. Dans les nouvelles dispositions, on pratique des rainures circulaires sur les pinces dans lesquelles on introduit un fil triangulaire de cuivre rouge, l'écrasement de fil en serrant les pinces, assure l'étanchéité du joint.

Les précautions qui viennent d'être recommandées pour les chaudières Dutemple se rattachent également à toutes les chaudières multitubulaires, système Thornycroft, Normand, Oriolle et Godard.

Digitized by Google

D. — Quelle disposition prend-on pour le foyer de ces chaudières, lorsque l'on doit marcher pendant un certain temps à une allure réduite ?

R. — Lorsque l'on doit marcher à une allure réduite, 8 à 10 nœuds, et pendant un certain temps, comme la dépense peut atteindre à cette vitesse 3 tonneaux de charbon par vingt-quatre heures et que l'approvisionnement de charbon serait insuffisant pour assurer la traversée, on réduit la surface de grille de moitié environ à l'aide de quatre caissons en tôle que l'on place, deux sur les faces latérales en abord et deux entre l'écartement des deux portes de chargement. Ce moyen est employé lors des essais de recette aux environs de cette vitesse.

CHAUDIÈRES PETIT ET GODARD

CONDUITE DES FEUX

Ce qui a trait aux chaudières Dutemple s'applique en tous points aux chaudières Petit et Godard pour la conduite des feux.

Seulement une bonne demi-heure avant d'arriver au mouillage, il faudra cesser d'alimenter le fourneau et laisser consumer le charbon qui est sur la grille ; car l'énorme quantité de chaleur, qui est emmagasinée dans la voûte du foyer restitue par rayonnement aux tubes qui continuent, sous cette influence à produire pendant plus d'une heure, une assez grande quantité de vapeur, ce qui nécessite une alimentation à la chaudière pendant ce temps.

Avec ces chaudières comme avec les chaudières Dutemple, on peut de suite mettre bas les feux en partie ; car l'air se réchauffe en traversant le four à combustion, et de plus comme les lames d'eau sont dans le sens du courant d'air elles ne sont que léchées au lieu d'être frappées par ce courant d'air.

La chauffe est la même que dans la chaudière Dutemple, la même surveillance est nécessaire pour le niveau d'eau, la partie supérieure des tubes n'étant pas remplie d'eau ; ils ne sont baignés que par l'eau entraînée par l'ébullition, aussi leur étanchéité est souvent difficile à obtenir il faut les dudgeonner.

Lorsqu'il y a deux chaudières en communication, il faut une chauffe identique entre chacune, et, pour éviter les transvasements de l'une dans l'autre, une soupape de retenue équilibrée est placée sur l'une.

Maintien du niveau constant. — Le maintien du niveau constant à la hauteur normale, s'impose pour conserver la même surface de chauffe et par conséquent la même production de vapeur, il faut régler son alimentation en conséquence ; n'ayant qu'un volume d'eau réduit, toute augmentation ou toute irrégularité dans l'arrivée de

Digitized by Google

l'eau d'alimentation amène forcément un refroidissement de la petite quantité d'eau de la chaudière et détermine par conséquent une diminution dans la production de vapeur et une chute de la pression.

Au moment d'allumer les feux après s'être bien assuré du fonctionnement de tous les organes, soupapes d'arrêt, de sûreté, porte de dégagement des gaz (s'il y en a une), manœuvre des robinets de niveau; on ouvre légèrement la soupape d'arrêt afin que l'air chaud puisse se rendre dans la machine que l'on échauffe lentement par ce courant; on ouvre les portes des cendriers, celles de prise d'air de la double enveloppe face avant du foyer.

On allume les feux; si le ventilateur possède une transmission à bras on peut le faire marcher afin d'activer l'inflammation du charbon. Il faut en moyenne quarante à cinquante minutes pour commencer à avoir de la pression.

A ce moment il faut égaliser la couche de charbon sur la grille et la charger légèrement. Quand la pression est suffisante, on met le ventilateur en marche et on augmente la couche de charbon qui sera la même que celle des chaudières Dutemple; on échauffe en même temps la machine, la soupape d'arrêt est ouverte à un tour; il ne faut jamais ouvrir la soupape de sûreté qu'en cas de nécessité absolue à cause des dépôts qui peuvent se produire sur son siège.

Avant de mettre en marche, il faudra avoir soin d'extraire du condenseur l'eau qui existe provenant de la condensation de la vapeur qui a servi à réchauffer la machine, ainsi que celle qui provient du ventilateur et des machines auxiliaires, sans cette précaution cette eau serait projetée dehors par la pompe à air.

D. — Quelles sont les mesures que l'on prendrait au moment d'un stoppage la machine étant à toute vitesse.

R. — Dans ces chaudières, le courant d'air n'ayant pas d'effet nuisible sur les tubes, on peut comme dans la chaudière Dutemple ouvrir les portes du fourneau et de la chaufferie et fermer celle du cendrier ainsi que celle de la face AV du foyer; conserver une bonne allure au ventilateur.

On évacue la vapeur directement au condenseur, et on alimente avec le petit cheval, qui aspire au condenseur.

Si la pression ne monte plus après avoir pris ces mesures, on peut ouvrir une porte ou deux de la double enveloppe face AV du foyer pour introduire une certaine quantité d'air dans le cendrier. Pour remettre les feux en activité, il suffira de fermer la porte de la chaufferie et d'ouvrir celles du cendrier ainsi que toutes celles de la double enveloppe face AV du foyer et de donner la vitesse convenable au ventilateur.

D. — Comment opère-t-on le décrassage d'un fourneau ?

R. — La disposition de la grille arrière dite jette-feu facilite beau-

Digitized by Google

coup cette opération, cette rangée arrière étant mobile et divisée en deux parties que l'on peut manœuvrer séparément. Quand le fourneau est arrivé à la condition convenable pour être décrassé, on pousse le charbon du côté opposé par lequel on commence le décrassage; cela fait on dégage le mâchefer, on abaisse la partie mobile de la grille et on fait tomber le mâchefer dans le cendrier par l'espace libre.

On remet la partie mobile en place, on ramène le charbon sur la grille nettoyée, on la charge légèrement puis on commence le décrassage de la deuxième partie en opérant comme pour la première, le tout décrassé on égalise la couche de charbon, on charge légèrement le fourneau et on donne au ventilateur la vitesse convenable pour la chauffe que l'on doit avoir.

D. — Comment met-on bas les feux ?

R. — 1° Avant d'arriver au mouillage.

Pour mettre bas les feux si l'on doit arriver au mouillage, on ne chargera plus le fourneau une demi-heure à l'avance, on débarrassera complètement le cendrier des escarbilles on le remplira d'eau; les outils nécessaires étant préparés, on laisse tomber les deux parties du jette-feu, et on pousse le charbon par l'espace libre, qui tombe dans le cendrier, on le ramène sur l'avant s'il y a lieu pour dégager l'arrière; on conserve une bonne allure au ventilateur, on met suffisamment d'eau pour éteindre le charbon qui est dans le cendrier.

L'opération finie, on ferme la porte du cendrier, on ouvre celle du fourneau et les portes de la face avant, on laisse la cheminée libre.

En procédant ainsi, la voûte en briques se refroidit plus vite, sans communiquer une trop haute température à l'enveloppe extérieure en tôle. On ouvre la porte de la chaufferie.

On pratique des extractions de fond et de surface.

2° Par suite d'avarie grave.

En cas d'avarie dans la chaudière, on procède de la même façon et en donnant au ventilateur la plus grande vitesse possible, et en se servant de l'extincteur. On se débarrassera de la vapeur soit en continuant à marcher, soit par l'ouverture de la soupape d'évacuation directe au condenseur, soit enfin par la manœuvre des soupapes de sûreté s'il est nécessaire.

Si la gravité de l'avarie rendait urgent l'abandon immédiat de la chaufferie, on se servirait de l'extincteur et on agirait au point de vue de la pression selon les circonstances, on ouvrirait la porte de dégagement des gaz si la chaudière en est munie. Ce cas ne peut être que très rare, l'avarie la plus grave consisterait dans la déchirure d'un grand nombre de tubes; la vapeur s'échappant tout naturellement par la cheminée.

C'est l'avantage d'un foyer indépendant de la chaudière.

D. — Comment reconnait-on la présence des graisses dans l'intérieur des tubes ?

Digitized by Google

R. — De même que dans la chaudière Dutemple, on reconnaîtrait la présence des graisses, formant, avec d'autres dépôts un mélange varié, composé d'oxyde et de graisse durcie, par l'aspect rugueux qu'auraient extérieurement les tubes, à l'endroit frappé par la flamme où existeraient ces dépôts. Comme ces dépôts sont très durs et très adhérents on pourra essayer de gratter les tubes; mais il sera préférable de les remplacer, opération facile.

D. — Comment reconnaît-on les tubes qui fuient ?

R. — Par suite de l'agencement des tubes, il est assez difficile de reconnaître le ou les tubes qui fuient; il faut exercer une pression à l'eau froide avec une pompe ou avec une colonne d'eau formée par un tuyau en caoutchouc et examiner l'endroit d'où vient le jet.

D. — Comment tamponne-t-on un tube ?

R. — Quand il y a un ou plusieurs tubes avariés, on vide la chaudière, on enlève les autoclaves des lames d'eau en regard des tubes que l'on a reconnus en mauvais état, et on remplace les écrous d'assemblage par des écrous fermés, on condamne ainsi ces tubes. Le même procédé est employé pour les chaudières Dutemple.

D. — Comment remplace-t-on les tubes à proximité du foyer ?

R. — Pour remplacer ces tubes dont la fatigue est beaucoup plus considérable que celle des autres à cause de la haute température qu'ils prennent par leur contact avec les flammes et le rayonnement du foyer ; il suffit de déboulonner le foyer et la chaudière et d'écarter le foyer ; d'enlever le faisceau du tube qui est à remplacer et de préparer en même temps ceux qui doivent être remis en place ; cette opération ne présente aucune difficulté et peut être faite par les moyens du bord.

Les tubes en place, on s'assure de leur étanchéité avec une pompe.

D. — Comment remplace-t-on une brique ?

R. — Pour remplacer une brique ainsi qu'il est représenté par la figure 6 (voir le dessin de la chaudière, fig. 163, vue 3), il suffit d'enlever la partie extérieure de l'enveloppe en tôle et les quatre clavettes qui maintiennent les quatre crochets qui fixent les briques, remettre la tôle extérieure et les quatre clavettes, recouvrir les crochets de mortier et refaire le joint de la brique.

D. — Quels sont les avantages et les inconvénients de ces chaudières ?

R. — Leurs avantages incontestables consistent dans leur prompte mise en pression, dans le peu d'eau qu'elles nécessitent pour faire le plein, dans la haute pression à laquelle elles peuvent marcher avec sécurité ; dans la possibilité d'opérer des réparations sur place; dans l'absence des entraînements d'eau, avec une chauffe bien conduite et

Digitized by Google

un niveau constant et surtout d'assurer une bonne combustion, d'éviter les panaches de fumée et de flammes.

D. — Quels sont les inconvénients ?

R, — Leurs inconvénients consistent dans la nécessité de maintenir une chauffe constante et un niveau d'eau constant ; ce qui exige un fonctionnement parfait des pompes alimentaires et à défaut de celles-ci être toujours prêt à se servir du petit cheval. L'étanchéité des tubes est difficile à obtenir, en dehors des joints obtenus avec les écrous, il faut dudgeonner le tout. Si la forme et l'indépendance du foyer assurent une bonne combustion, il absorbe une grande quantité de chaleur qui souvent est plutôt nuisible qu'utile pour un torpilleur, où les traversées sont de courte durée ; les réparations ne sont possibles qu'au bout de vingt-quatre heures d'arrêt.

Soins à donner aux chaudières et visites à faire. — *D. Au bout de combien d'heures de marche doit-on renouveler l'eau ?*

R. — Comme dans les chaudières Dutemple l'eau doit être renouvelée au bout de six sorties représentant une durée de marche d'environ cent cinquante heures, et en général toutes les fois que les circonstances favorables d'approvisionnement en eau pure le permettent.

La présence des graisses alliées avec d'autres dépôts terreux et de la rouille étant un danger pour la durée des tubes, il ne faut pas hésiter à la renouveler.

Lorsque l'arrêt de la chaudière est de courte durée, dès que la température le permet, on commence le ramonage des tubes ; on les essuie à la main avec de l'étoupe, on examine l'état des briques de la voûte ; on remplace avec du mortier réfractaire composé avec des briques pilées, les vides des joints entre les briques ; on remplace les briques fortement avariées, on aura soin de bien garantir avec du mastic les crochets qui les fixent.

Si aucune fuite n'existe dans les tubes, on conserve l'eau dans la chaudière au niveau normal.

Si l'arrêt de la chaudière doit être prolongé, on la videra afin d'examiner l'état de propreté intérieur et extérieur des tubes et des lames d'eau ; on visite toutes les soupapes, les montures de niveau d'eau et les emmanchements des tubes, on remplace les grilles qui laissent à désirer, on fait jouer le jette-feu. Si à l'aspect des tubes et des lames d'eau on y reconnaît des traces de graisse, il faudra y passer la gratte articulée. Cette opération terminée, on lavera les tubes par un fort courant d'eau provenant d'une pompe à incendie ; les autoclaves du bas des lames d'eau sont décollés sans être enlevés. Ces nettoyages seront nécessaires pour les tubes les plus rapprochés du foyer au bout de deux cents heures de chauffe et les autres après un temps double.

Digitized by Google

Le nettoyage fini et les diverses soupapes et robinets remis en état, on assèche la chaudière en faisant un feu doux et en laissant les soupapes de sûreté ouvertes afin de bien se rendre compte que l'air en sort sec, on met de la chaux vive dans le coffre à vapeur, on refait les joints partout.

AVARIES AUXQUELLES SONT SUJETTES LES CHAUDIÈRES EN MARCHE

Par une chauffe exagérée ou mal conduite, certaines parties des chaudières exposées soit directement au contact des flammes, soit à leur rayonnement peuvent être portées à une très haute température, ce qui diminue la résistance du métal en ces parties. On peut se trouver dans ces conditions défectueuses, lorsque les chaudières n'ont pas été soigneusement nettoyées, lorsqu'il existe des matières graisseuses sur les surfaces directement exposées à l'action du feu et sur les façades avoisinant la hauteur du niveau d'eau et principalement sur la face AV, le courant de vapeur et le refoulement de l'eau d'alimentation semblent les amener de préférence sur cette partie.

Ces matières graisseuses peuvent en outre provenir d'un graissage surabondant pendant la marche, la présence des graisses est toujours indiquée par un anneau noir qui flotte au-dessus du niveau dans le tube. On évite cette abondance de graisse en restant pour le graissage des organes des machines plutôt en dessous des quantités qui sont allouées par tonneau de charbon $0^{kg},250$, qu'en dessus.

Les machines auxiliaires qui fonctionnent pour le service journalier du bord donnent lieu à une quantité de graisse considérable. Pour ne pas laisser séjourner ces graisses dans les chaudières, il faut pratiquer des extractions de surface aussitôt que l'on aperçoit l'anneau noir au-desssus du niveau. Il faut nettoyer les filtres à éponges et les condenseurs, en sortant les tubes de ces derniers lorsque les circonstances du bâtiment le permettent.

Ce nettoyage doit être fait après les essais de recette, pendant la visite des machines à cause de la grande quantité de graisse. Ce nettoyage doit être fait au moins tous les deux ans ; il faut enlever les portes de visite afin de juger de l'état des tubes. L'ennemi le plus à craindre pour la conservation des chaudières, sont les graisses ; il faut donc par tous les moyens possibles les expulser.

Dans les chaudières multitubulaires, la présence des graisses dans les tubes fait élever leur température jusqu'au rouge, ils peuvent alors se déchirer, il se forme souvent des empoules qui se crevassent facilement. Ces faits se produisent dans la chaudière Dutemple principalement dans les tubes de diamètres très petits et peu inclinés dans les anciennes chaudières et prenant à la partie inférieure des collecteurs.

Sur le *Fleurus*, au tirage forcé, les déformations des foyers ont dû

Digitized by Google

être occasionnées par une circulation gênée de la vapeur, formant chambre de vapeur.

Il faut éviter des ouvertures fréquentes et inutiles des portes des fourneaux, surtout lorsque l'on marche à un tirage activé, le courant violent d'air froid qui vient frapper contre les plaques de tête et qui circule dans les tubes détermine des contractions qui font fuir les tubes, déformer et gercer les plaques de tête. Il faut éviter les pressions élevées par l'arrêt brusque des machines, en fermant les cendriers en modérant la vitesse des ventilateurs, et en ouvrant de suite la soupape de décharge de vapeur accidentelle au condenseur. Il faut avoir une indication certaine du niveau d'eau dans le tube. Quelquefois cette indication peut être erronée par l'obstruction des orifices de communication de la monture du tube de niveau d'eau avec la chaudière.

Au tirage forcé; les chaudières peuvent encore fatiguer par l'obstruction de la section des tubes du côté de la boîte à feu, obstruction qui se produit par l'entraînement de particules de charbon à l'état pâteux qui viennent se coller autour de l'entrée des tubes et finissent par les boucher complètement en s'y agglomérant petit à petit. Dans ces conditions, malgré l'activité des foyers, les ventilateurs fonctionnant le plus vite possible, la pression a une tendance à baisser. C'est dans ce cas que les chambres de vapeur se forment dans les sections les plus rétrécies et les plus exposées à la chaleur. Sur le *Fleurus*, les affaissements se sont produits aux foyers dans la partie au-dessus de la grille et dans la partie comprise entre le grand diamètre du foyer et le cylindre enveloppe de la chaudière.

Après visite des chaudières et des foyers qui ont été trouvés propres, les affaissements produits par l'augmentation de température en ces parties les plus chauffées, n'ont pu être attribuées qu'à la présence de chambres de vapeur formant un isolant de l'eau avec la tôle, Des fuites se sont également produites à la jonction des foyers avec la pince de la chambre de combustion. Ces fuites considérables ont nécessité la prompte mise bas des feux, un manomètre enregistreur, a indiqué immédiatement la chute de pression. C'est au bout de trois heures et demie de chauffe au tirage forcé que cet accident grave s'est produit, la consommation du charbon à ce moment pouvait s'élever à 270 kilogrammes par mètre carré de grille. Pour éviter ces avaries il faut pratiquer une chauffe régulière, il faut que la couche de charbon soit répartie uniformément sur la grille, qu'il n'existe aucun vide sur les grilles, ne pas jeter du charbon derrière les autels, dans les chambres de combustion, faire tomber les agglomérations de charbon autour de la section des tubes. Ne pas abaisser au-dessous de 40° la température de l'eau d'alimentation et dans les chaudières des torpilleurs, type locomotive ou multitubulaire, il faut donner à cette eau la plus haute température possible en la faisant passer par des réchauffeurs tubulaires qui doivent être maintenus très propres.

Digitized by Google

Sur les chaudières Normand cette température atteint 110°. Il y a non seulement économie de combustible, mais conservation de chaudière, on évite la formation des parcelles d'oxyde qui se produisent, car, quand on trempe un morceau de fer dans l'eau froide, on produit des parcelles d'oxyde. On évite aussi les chocs dans les tuyaux alimentaires et les effets de contraction dans les parties des chaudières directement baignées par l'eau d'alimentation.

Dans les grandes chaudières type Amirauté, il faut faire fonctionner les turbines barboteuses afin d'égaliser la température dans la chaudière, la partie inférieure n'étant pas chauffée l'eau froide y séjournerait, il y aurait donc allongement de la partie supérieure du cylindre de la chaudière et grande fatigue des coutures des viroles qui constituent ce corps. Cet effet a été constaté d'une manière tout à fait probante sur les chaudières du *Hoche* où l'on a dû rapporter des couvre-joints sur les coutures inférieures, et mater toutes les coutures dont les tôles n'étaient plus étanches. On a reconnu une fatigue réelle produite par cette différence de dilatation entre la partie inférieure et la partie supérieure. Les turbines qui aspiraient l'eau froide primitivement ont eu leur aspiration changée, elles aspirent maintenant l'eau chaude au-dessus des foyers et la refoulent en bas.

Il faut introduire de la chaux pendant la marche, ne jamais mouiller les chaudières, et quand on les allume pousser lentement les feux et graduellement, de façon à n'être en pression que quatre heures après l'allumage.

Une ou deux chaudières doivent être munies de deux barboteuses dont une fonctionnant à bras et l'autre à vapeur; on se sert d'abord de la première pour brasser l'eau de la chaudière et aussitôt que celle-ci a une pression suffisante, on se sert de sa vapeur pour actionner les autres chaudières qui sont allumées.

En arrivant au mouillage, il faut modérer la chauffe, laisser les feux s'éteindre naturellement, placer les capots des cheminées, aussitôt que le charbon sera éteint, fermer les chambres de chauffe et n'y pénétrer que quand la température des chaufferies sera environ de 30° et que celle de l'eau des chaudières aura à peu près cette température.

Ce n'est généralement qu'au bout de trois jours que l'on se trouve dans ces conditions. Souvent la position du bâtiment ne permet pas de prendre ces mesures complètement. Ces précautions ne sont pas à observer sur les chaudières Belleville où l'on peut impunément allumer et mettre bas les feux, dans une chaudière presque instantanément sans produire de fatigue pouvant altérer le bon état de la chaudière. On peut les ramoner immédiatement et même refaire le plein quelques heures après la mise bas des feux, il en est de même pour les chaudières Dutemple et Thournycroft.

Pour les chaudières Lagraffel, tout en ne demandant pas le temps

Digitized by Google

de la mise en pression des chaudières locomotives et de l'Amirauté, les feux ne peuvent cependant pas être poussés avec la même rapidité que dans les Belleville, à cause de la rigidité des tubes qui sont fixés à leurs deux extrémités sur les plaques intérieures des lames d'eau et fortement dudgeonnés, il faut compter de une heure et demie à deux heures et compter au minimum de trente à trente-six heures après la mise bas des feux pour pouvoir les vider et en opérer le nettoyage. Sur les chaudières multitubulaires Dutemple, Thornycroft, Normand, ces précautions ne sont pas à prendre. Toutes les visites et réparations sont subordonnées à l'endurance que l'homme peut supporter en y pénétrant.

De la bonne conduite de la chauffe et du bon entretien intérieur et extérieur des chaudières dépend leur durée. A tout prix il faut éviter les graisses qui sont l'élément destructeur par excellence, non seulement au point de vue de l'usure par oxydation, mais aussi au point de vue de la transmission uniforme de la chaleur. On peut employer le papier tournesol pour juger de l'acidité de l'eau.

COMPARAISON DES FOYERS FOX ET DES FOYERS CYLINDRIQUES DANS LES CHAUDIÈRES TYPE L'AMIRAUTÉ

Dans les chaudières type Amirauté à foyers cylindriques, il existe un autel et un contre-autel placé dans la chambre de combustion. Au milieu de la longueur de cette dernière, un tore en forme de *u* rend le foyer et la chambre de combustion élastiques. La dilatation et la contraction qui se produisent pendant la marche et après la chute des feux se font sentir sur cet *u* qui cède à la demande des deux effets de dilatation et de contraction, sans déterminer de fatigue sur la rivure de jonction du foyer avec la boîte à combustion et de la jonction de celle-ci avec la plaque de tête. Le foyer système Fox devait d'abord donner cette élasticité et ensuite augmenter sa résistance, à la déformation par ses anneaux, et aussi augmenter la surface de chauffe sous le même encombrement.

Mais ces avantages n'ont pas toujours été maintenus. En comparant les chaudières du *Fleurus* et du *Davoust* qui avaient des foyers Fox à celles du *Surcouf* qui ont des foyers ordinaires, avec chambre de combustion munie d'un tore, les foyers des premiers se sont affaissés avec une consommation pour le *Fleurus* qui n'a pas dépassé 265 kilogrammes par mètre carré de grille, et celle du *Davoust* était bien inférieure; tandis que les foyers des chaudières du *Surcouf* n'ont donné aucune trace de fatigue pour une consommation qui s'est élevée jusqu'à 300 kilogrammes par mètre carré de grille. Ces faits prouvent donc que les avantages qui doivent forcément ressortir d'une disposition spéciale, ne sont pas toujours d'accord avec la pratique.

Lorsque les feux sont poussés avec la plus grande énergie, il est

Digitized by Google

assez difficile d'estimer les mouvements de l'eau et de la vapeur. La circulation de la vapeur s'établit-elle bien, ne se forme-t-il pas des chambres de vapeur autour des anneaux des foyers Fox, la chose est possible.

Mais toujours est-il, pour le moment, que tant que les foyers ordinaires sont propres, leur solidité n'a rien laissé à désirer, et que dans les mêmes conditions, il n'en a pas été de même avec les foyers Fox. Ces derniers coûtent beaucoup plus cher. Leur réparation est difficile et leur nettoyage peu commode.

D'après des expériences nombreuses, qui ont eu une certaine durée et faites avec des tirages forcés de façon à obtenir de la chaudière tout ce qu'elle peut donner; le foyer système Purves a donné d'excellents résultats.

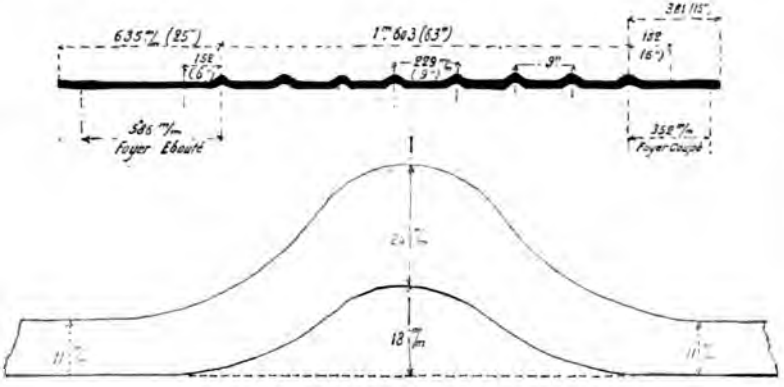


Fig. 257. — Foyer Purves.

Comme il est indiqué par la figure 257, le foyer, par sa construction, présente les avantages d'élasticité du foyer Fox; mais il procure ne en plus une solidité et une sécurité que l'expérience n'a pas données au foyer Fox.

L'épaisseur du diamètre de l'anneau est plus grand que dans le foyer Fox, sa résistance à l'écrasement est donc plus élevé.

CONSERVATION DES CHAUDIÈRES EN RÉSERVE

SYSTÈMES EMPLOYÉS

D'APRÈS LES DÉPÊCHES MINISTÉRIELLES

PROCÉDÉ RABOURDIN

Le procédé Rabourdin consiste à piquer et à nettoyer les chaudières avec le plus grand soin, à les assécher avec des feux volants de char-

Digitized by Google

bon de bois, à les fermer ensuite hermétiquement lorsque les gaz contenus à l'intérieur sont exempts d'oxygène.

Le séchage doit être renouvelé tous les ans par un temps sec. Pour les bâtiments rentrant en réserve après retour de campagne, le second chauffage doit être fait six mois après le premier. Les résultats des essais faits à Brest et à Cherbourg ayant été satisfaisants, le ministre décide que, sans changer les prescriptions de la dépêche du 16 mars 1865 relative à l'emploi de l'enduit goudron ocre, térébenthine, le procédé Rabourdin sera essayé au port de Lorient sur plusieurs bâtiments.

LE PROCÉDÉ RABOURDIN POUR L'ENTRETIEN DES CHAUDIÈRES EST RENDU RÉGLEMENTAIRE

Dans les ports de Cherbourg, Brest et Lorient, le procédé Rabourdin a été reconnu supérieur à l'emploi de l'enduit goudron ocre térébenthiné. A Toulon et à Rochefort en été, en laissant les chaudières complètement ouvertes et établissant un courant d'air dans les chaufferies, on a obtenu les mêmes résultats qu'avec le procédé Rabourdin. En conséquence le ministre décide que le procédé Rabourdin sera adopté définitivement dans les ports de Cherbourg, Brest et Lorient et au port de Rochefort pendant l'hiver. L'application sera facultative au port de Toulon, pendant toute l'année et à celui de Rochefort pendant l'été.

RECOMMANDATIONS ET INSTRUCTIONS RELATIVES A L'ENTRETIEN ET A LA CONSERVATION DES CHAUDIÈRES EN MAGASIN ET EN SERVICE A BORD

Les causes principales de l'usure rapide des chaudières sont : l'action combinée de l'air et de l'eau de mer sur le fer lorsque les chaudières sont en service, et celles de l'air et de l'humidité lorsqu'elles sont vides. Les corrosions sont aussi occasionnées par l'effet galvanique et par les acides provenant de la décomposition des corps gras d'origine végétale ou animale employés au graissage. On peut préserver de l'action galvanique par l'emploi des lames de zinc. L'expérience semble indiquer qu'on ne saurait atténuer les effets des corps gras par des injections d'eau de chaux ou de soude. Il serait peut-être bon de substituer l'huile minérale aux huiles végétales et animales pour le graissage des tiroirs et cylindres.

Mesures à prendre pour la conservation des chaudières. — 1° EN MAGASIN. — On complétera le procédé Rabourdin en déposant dans l'intérieur des chaudières bien asséchées, au moment de leur fermeture, selon le volume du corps, 100 à 120 kilogrammes de chaux vive

Digitized by Google

répartis entre un certain nombre de bassins disposés à différentes hauteurs. (Les quantités de chaux employées au port de Toulon sont de $0^{m^3},600$ par chaudière cylindrique à trois foyers. $0^{m^3},400$ par chaudière auxiliaire). Pour prévenir toute rentrée d'air après la fermeture des autoclaves, bien serrer les robinets.

Visiter les chaudières tous les six mois en choisissant un jour sec, changer la chaux si elle est hydratée.

2° Des navires a flot. — *Première méthode.* — Si l'eau est très pure, remplir complètement chaque corps d'eau de mer additionnée de sous-carbonate de soude à raison de 8 kilogrammes par tonne (on reconnait que la saturation est suffisante lorsqu'un morceau de fer décapé plongé pendant douze heures dans un échantillon de la solution ne se rouille pas, s'il en était autrement, il faudrait ajouter de la soude). On pourra remplacer la soude par de l'eau de chaux introduite employée en quantité que l'expérience déterminera, pour s'assurer que cette quantité est suffisante, procéder comme pour la soude, éviter que l'air reste confiné en quelque endroit, pour être sûr de l'expulsion complète, il conviendrait qu'il y ait un robinet de dégagement sur le dôme de la chaudière. Pour éviter tout écoulement d'eau après le remplissage veiller à la fermeture hermétique des tuyaux aboutissant à la chaudière.

Deuxième méthode. — On peut aussi appliquer le procédé recommandé pour les chaudières en magasin.

Troisième méthode. — Des navires en service. — Recouvrir les surfaces intérieures d'un enduit adhérent assez mince pour ne pas affaiblir la conductibilité, en badigeonnant les parties hautes d'une légère couche de bon ciment de Portland et laissant déposer un peu de tartre dans les parties basses.

Généraliser l'emploi des lames de zinc destinées à annuler les actions galvaniques ; ces lames auront : epaisseur 25 millimètres, largeur 200 et longueur 400 ou 500 selon la position qu'elles occuperont ; elles seront en contact avec des surfaces de fer mis à nu à la lime et devront être solidement attachées ; on visitera souvent ces plaques pour changer celles qui seraient profondément attaquées et mettre à vif les surfaces des autres. Les lames ayant subi une altération complète sur une épaisseur de 6 à 7 millimètres sur chaque face, seront changées.

Le zinc dont on fera usage sera laminé et de première qualité. Dans les conditions normales, les plaques restent efficaces pendant un séjour dans l'eau d'environ trois mois, mais il faut les nettoyer après un mois d'immersion. Une plaque de 25 millimètres $\times$ 200 $\times$ 500 suffit pour 40 chevaux indiqués il en faut 10 dans une chaudière de 400 chevaux. La consommation de zinc peut être évaluée à 50 kilogrammes pour 100 jours de fonctionnement effectif et pour 100 chevaux.

Digitized by Google

Eviter autant que possible de faire le plein avec de l'eau contenant des impuretés ou des matières solides en suspension; pour ce motif, ne pas prendre d'eau dans les ports fermés et les bassins à flot; dans ce cas, faire le plein à la pleine mer.

Ne jamais introduire dans les chaudières ni huile végétale, ni suif; lorsqu'on redoutera les ébullitions on y injectera un peu d'huile minérale.

Lorsque le bâtiment sera pour longtemps sur rade dans de bonnes conditions de sécurité, le capitaine fera vider complètement ses chaudières qui seront asséchées à l'aide de réchauds de charbon de bois placés à l'intérieur puis fermés hermétiquement; l'allumage des réchauds se fera dans les cendriers et on les laissera jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus de fumée.

Lorsque le bâtiment sera à la mer, marchant à la voile, le capitaine jugera s'il doit garder le niveau normal ou faire le plein complet, dans ce dernier cas le remplissage se fera avant que l'eau de la chaudière se soit refroidie. On pourra même pour chasser plus complètement l'air laisser un des foyers allumé à feu retenu, pendant le remplissage, la soupape de sûreté ne sera fermée qu'après la mise bas du foyer.

Les surchauffeurs doivent être traités comme les chaudières, on les visitera au moins une fois par an.

Les chaudières doivent être nettoyées à fond chaque fois qu'on renouvelle l'eau. Le temps pendant lequel une chaudière peut être en service sans nettoyage dépend du système de condensation employé; avec la condensation par mélange. Lorsque la concentration n'a pas dépassé 3°. Les chaudières doivent toujours être nettoyées après deux cent cinquante heures. Dans le cas de la condensation par surface et lorsque la concentration ne dépasse pas 4° on peut marcher vingt jours sans nettoyage. Les chaudières seront l'objet de visites complètes tous les trois mois.

COMMUNICATION D'UN DOSSIER RELATIF A UN COMMENCEMENT D'INCENDIE SURVENU A BORD DU « BAYARD » LE 23 NOVEMBRE 1887

Le conseil des travaux a émis les conclusions suivantes : 1° dans l'application du procédé Rabourdin, se préoccuper des mesures à prendre pour que les tôles des fonds n'atteignent pas localement une température supérieure à 100°; 2° sur les navires en bois établir les chantiers ou carlingues des chaudières en tôle et cornières.

Autorisation de conserver à Toulon les chaudières des bâtiments en réserve, munies de tubes en fer ou en acier, ouvertes ou asséchées (20 août 1889, D. M.). — A la suite de la note de l'inspecteur du génie maritime du 13 août 1889, le ministre autorise le port de Toulon, étant

Digitized by Google

donné les conditions particulières de son climat, à continuer l'emploi du procédé de conservation des chaudières, préconisé par la réserve, qui consiste à les laisser ouvertes et asséchées à la condition expresse d'examiner attentivement si pendant l'hiver elles restent toujours bien sèches.

Note de l'inspection générale du génie maritime au sujet de la conservation des chaudières pourvues de tubes en fer (13 août 1889). — Il paraît préférable pour la conservation des chaudières des bâtiments en réserve, lorsqu'elles sont munies de tubes en fer, d'employer le procédé qui consiste à les assécher à chaud plutôt que de les remplir d'eau douce.

Je ne sais pas bien les inconvénients que l'asséchement à chaud peut présenter au point de vue de la disponibilité des bâtiments. Etant données les conditions particulières du climat de Toulon, il est possible que les chaudières ouvertes se maintiennent asséchées et dans les conditions convenables pour leur conservation, et je ne vois pas d'inconvénient à ce qu'on essaie dans ce port de se conformer à cette manière de faire, même pour des chaudières à tubes en fer, à la condition expresse d'examiner pendant l'hiver si elles restent toujours bien sèches.

Abrogation de la dépêche du 20 *août* 1889 (1er mai 1891. D. M.). — Le directeur des constructions navales signale que parmi les trois navires du port dont les chaudières sont munies de tubes en fer raboutés en cuivre, deux qui sont restés constamment armés, le *Forbin* et le *Vautour* ont leurs tubes en bon état, l'autre, le *Faucon*, qui a fait un long séjour en réserve a eu ses tubes usés rapidement. Il attribue cette différence à ce que la réserve laisse les chaudières ouvertes pendant une grande partie de l'année, et il demande l'abrogation de la dépêche du 20 août 1889. Le Ministre approuve cette proposition et abroge l'autorisation qui du reste n'a été donné qu'à titre d'essai de laisser à Toulon les chaudières ouvertes.

CORROSIONS INTÉRIEURES ATTÉNUÉES PAR L'EMPLOI DU ZINC

Moyen d'empêcher la corrosion des chaudières (1er juillet 1875). — Il est un moyen efficace d'empêcher la corrosion des chaudières, c'est d'y mettre une certaine quantité de zinc, qui par sa présence, neutralise l'effet des acides gras en donnant naissance à des produits inoffensifs. Il suffit pour un corps de chaudière, de deux ou trois bandes de zinc ayant approximativement $1^m,20$ ou $1^m,30$ de long, sur $0^m,25$ de large et 7 à 8 millimètres d'épaisseur. Une des lames doit être suspendue en face de l'arrivée de l'eau d'alimentation, les autres placées au milieu de la masse liquide peuvent être fixées en travers sur les foyers.

Digitized by Google

Note du capitaine de vaisseau Trève, commandant le Desaix, *sur l'action du zinc dans les chaudières.* — Le commandant Trève estime que le zinc forme, avec le fer, une pile dont le courant électrolyse un certain volume d'eau; l'oxygène provenant de cette électrolyse produit de l'oxyde de zinc, lequel forme, avec les acides gras, un savon qui, en enveloppant les tubes, empêche l'adhérence des sels de la vaporisation; l'hydrogène dégagé en même temps, facilite la formation de vapeur au sein de la masse liquide.

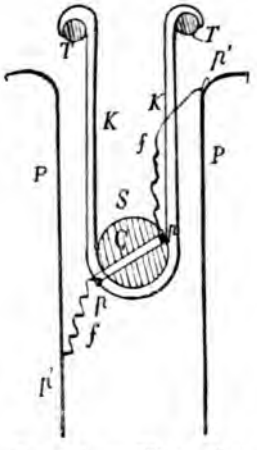


Fig. 258. — Electrogène d'Hannay.

S, sphère en zinc.
C, lame en cuivre traversant la sphère.
PP, parvis de la chaudière.
TT, tirants.
ff, fils de communication de la lame aux parois.
pp, points de fixation des fils avec la lame.
pp, points de fixation des fils avec les parois.
KK, supports de la sphère.

Essais à faire sur les électrogènes d'Hannay (22 décembre 1885, D. M.). — Les essais des électrogènes d'Hannay, faits sur la *Gironde*, ayant donné de bons résultats, le ministre décide qu'ils seront poursuivis aux frais de l'Etat sur un transport de Cochinchine (fig. 258).

Un des bouts de l'électrogène est relié à la chaudière et l'autre à un tube.

Réglementation des quantités de zinc à mettre dans les chaudières (31 octobre 1889, D. M.). — 1° La quantité de zinc à allouer par chaudière sera déterminée d'après l'étendue des surfaces de chauffe;

2° Cette allocation sera de 1kg,100 par mètre carré de surface de chauffe;

3° Sur les torpilleurs, cette allocation sera réduite au tiers, soit 0kg,370 environ. Afin de conserver au zinc des surfaces mouillées aussi grandes que possible, on fera porter la réduction sur l'épaisseur sans que celle-ci soit jamais inférieure à 10 millimètres;

4° Jusqu'à nouvel ordre, les chaudières multitubulaires ne recevront de plaques de zinc que si les constructeurs n'y voient pas d'inconvénient;

5° Eviter avec le plus grand soin de disposer les plaques dans des endroits où les sections de passage de l'eau sont déjà faibles, par exemple entre deux foyers ou entre un foyer et l'enveloppe.

La dépêche du 7 juillet 1880 reste en vigueur pour tout ce qui n'est pas contraire aux recommandations ci-dessus (cette dépêche se trouve dans la partie, *Conservation des chaudières*).

On continuera à employer les plaques de zinc pour la conservation des chaudières, concurremment avec les électrogènes d'Hannay

Digitized by Google

(8 juin 1891, D. M.). — Certains navires recevront des électrogènes d'Hannay et d'autres, dont vous aurez le choix des plaques de zinc.

Dès que les approvisionnements actuels de zinc seront consommés, on n'achètera plus que du zinc de la Vieille-Montagne, que l'on placera à raison de 0kg,920 par mètre carré de surface de chauffe. On aura soin de mettre un certain nombre de plaques dans la partie inférieure des chaudières où les dépôts sont particulièrement adhérents.

PLAQUES DE LA VIEILLE-MONTAGNE

Faire des expériences entre les plaques de zinc extra pur et les plaques de zinc ordinaire (9 mai 1892, D. M.).

Emploi du lait de chaux pour la conservation des chaudières des machines à condenseur par surface (25 mai 1878, B. O., 1er S. P. 892). — Les résultats obtenus sur divers bâtiments munis de condenseurs à surface, par l'emploi de la chaux pour neutraliser les acides gras entrainés par l'eau d'alimentation ayant été satisfaisants, il y a lieu d'en étendre l'usage à tous les bâtiments munis de condenseurs à surface. En conséquence, pourvoir ces machines d'une installation permettant d'introduire trois ou quatre fois par quart dans la partie haute des condenseurs un poids de chaux égal au quart de celui de l'huile employée au graissage. L'emploi du lait de chaux n'exclut pas celui du zinc. Les sels résultant de la combinaison des acides gras et de la chaux étant insolubles, pour qu'ils ne s'accumulent pas en trop grande quantité au fond des condenseurs et des chaudières, réduire le plus possible le graissage des cylindres. Délivrer aux bâtiments munis de condenseurs à surface un approvisionnement de chaux en poudre déterminé par la consommation probable d'huile pour graissage des cylindres. Installer dans la chambre des machines, une ou deux caisses en tôle pour préparer l'eau de chaux. Se servir de l'appareil Hétet ou d'un vase à deux robinets pour l'introduire dans le condenseur. Pour les chaudières Lagraffel, la quantité de chaux employée dans l'eau d'alimination a été de 1 hilog. par 0 kil. 500 de l'huile de graissage introduite dans les différents organes de la machine.

DISPOSITIONS DES DRAINS

TORPILLEURS DE 33 MÈTRES, TYPE 70

(Fig. 259.)

D. — Qu'est-ce que le drain ?

R. — On appelle drain, ainsi que l'indique son nom, un tuyau qui

Digitized by Google

traverse les différentes parties du bâtiment avec lesquelles il communique par le moyen de soupapes et avec les principales machines

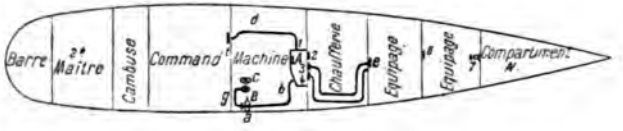


Fig. 259. — Type 70.

A, caisse du drain.
B, robinets pouvant faire aspirer la turbine à la mer ou au drain.
C, turbine.
a, prise d'eau à la mer.
b, aspiration de la turbine au drain.
g, aspiration de la turbine au drain ou à la mer.
1 et *d*, vanne et tuyau pour la communication du poste du commandant avec les drains.
2, vanne de communication de la chaufferie avec la caisse du drain.
3 et *e*, vanne de communication du poste de l'équipage avec la caisse du drain.
4 et *f*, vanne de communication du poste de l'équipage (ce compartiment étant le plus grand).
5, vanne de communication de la machine.
7, robinet d'écoulement du compartiment N dans le poste de l'équipage.

d'épuisement du bâtiment, telles que turbine, éjecteur, pompe Thirion.

TORPILLEURS TYPE DEHORTER

Fig. 260.

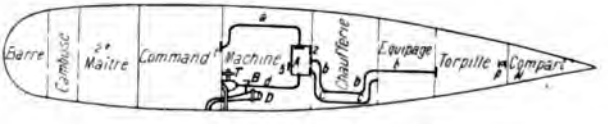


Fig. 260. — Type Dehorter.

A, caisse des drains.
R, robinet pouvant faire aspirer la turbine au drain ou à la coquille du condenseur.
T, turbine.
D, condenseur.
1 et *a*, vanne et tuyau de communication du poste du commandant avec la caisse A.
2, vanne de communication de la chaufferie avec la caisse A du drain.
3 et *b*, vanne de communication du poste à torpille avec la caisse A du drain.
4 et *c*, vanne de communication du poste de l'équipage avec la caisse A du drain.
5, machine.
d, tuyau d'aspiration de la turbine à la caisse A.
2, robinet d'écoulement du compartiment N dans le poste de l'équipage.

Digitized by Google

TORPILLEURS TYPE 109

(Fig. 261.)

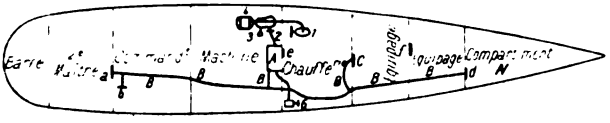


Fig. 261. — Type 109.

1, prise d'eau.
2, vanne pour l'aspiration de la turbine au drain.
3, turbine.
4, condenseur.
5, aspiration du petit cheval au drain.
6, petit cheval.
A, caisse du drain.
B, drain.
b, vanne de communication de la caisse du drain avec le poste du commandant.
a, vanne de communication de la caisse du drain avec le poste des seconds-maîtres.
e, vanne de communication de la caisse du drain avec la chaufferie.
d, vanne de communication de la caisse au drain avec le compartiment N.
c, vanne de communication de la caisse du drain avec le poste de l'équipage.
f, vanne de communication des deux compartiments du poste de l'équipage.

TORPILLEURS TYPE 164

(Fig. 262.)

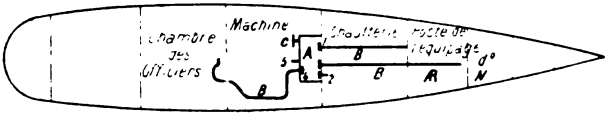


Fig. 262. — Type 164, 165 et 166.

A, caisse des drains.
B, drains.
C, aspiration de la pompe dans la caisse.
1, B, vanne de communication de la caisse des drains avec le poste de l'équipage Alt.
2, B, vanne de communication de la caisse des drains avec le poste de l'équipage N.
3, vanne de communication de la caisse des drains avec la chaufferie.
4, vanne de communication de la caisse des drains avec la chambre des officiers.
5, vanne de communication de la caisse des drains avec la machine.

TUYAUTAGE DE VAPEUR DU « LATOUCHE TRÉVILLE »

(Fig. 263.)

DÉFINITION ET DESCRIPTION SOMMAIRE D'UNE MACHINE

(Fig. 264.)

D. — Qu'est-ce qu'une machine à vapeur ?

R. — On appelle machines à vapeur, des appareils qui, à l'aide de

Digitized by Google

certains organes animés de mouvements et de vitesses convenables, transforment les facteurs du travail, effort et chemin du moteur en besogne industrielle ou en locomotion des bâtiments.

D. — Quels sont les organes nécessaires au fonctionnement d'une machine à vapeur pour canot en usage dans la marine ?

R. — Ces organes sont :

1° Le cylindre et ses accessoires ;

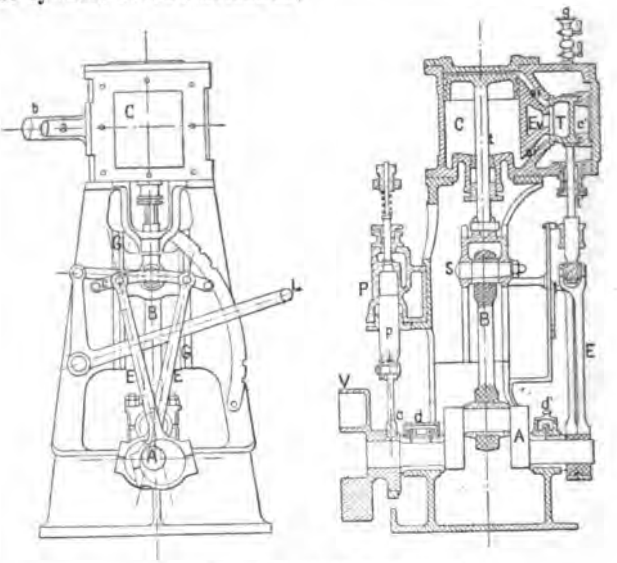


Fig. 264. — Machine pour canot.

2° Le piston, ses garnitures ;
3° La tige de piston, ses traverses ;
4° La bielle ;
5° La manivelle ;
6° L'arbre de couche ;
7° Le tiroir de distribution de la vapeur ;
8° La mise en train.

D. — Qu'est-ce que le cylindre ?

R. — Le cylindre est l'organe dans lequel s'effectue le travail de la vapeur. Il est généralement en fonte de fer, il peut être en acier doux ou avoir une chemise intérieure de ce métal ; il est terminé par deux collerettes servant à boulonner ses fonds. Sur une partie de son contour, il porte une surface plane appelée glace, dans l'épaisseur de

Digitized by Google

laquelle sont pratiqués les orifices, dits orifices d'introduction de la vapeur, communiquant avec les extrémités du cylindre et un orifice, dit d'évacuation E *v*, placé à mi-distance des orifices d'évacuation et ne communiquant pas directement avec le cylindre, mais alternativement avec ses extrémités par le moyen des orifices O*i* O'*i* et par l'intermédiaire de la coquille du tiroir T.

La vapeur qui a agi dans le cylindre, s'évacue soit dans la cheminée pour déterminer le tirage, soit dans le condenseur.

D. — Qu'est-ce que le piston ?

R. — Le piston est l'organe sur lequel s'exerce l'effort de la vapeur en agissant alternativement sur chacune de ses faces, c'est-à-dire que pendant la descente, la vapeur agit sur sa face supérieure et que pendant sa montée, elle agit sur sa face inférieure. La quantité dont monte ou descend le piston est ce qu'on appelle sa course.

Le piston, sous la pression de la vapeur alternativement exercée sur chacune de ses faces, prend un mouvement de va et vient avec une certaine vitesse et une certaine force qu'il transmet à sa tige. Il est donc le premier organe qui divise le travail disponible de la vapeur en ses facteurs, effort et chemin qui sont transmis à sa tige.

D. — De quoi se compose le piston ?

R. — Le piston, pour les petites machines, se compose le plus souvent d'un plateau en fonte ou en acier sur le pourtour duquel on a pratiqué une gorge pour y loger ses garnitures qui consistent en bagues d'inégale épaisseur sur leur pourtour, afin de leur donner de la bande de façon à ce qu'elles appuient naturellement contre les parois du cylindre. Sur les grandes machines, cette gorge est formée par une lèvre du piston et par une couronne que l'on fixe au piston, soit par des vis, soit par des boulons. La garniture peut se composer de deux ou plusieurs bagues superposées ; on les place de façon à ce que leurs coupures ne se correspondent pas, afin de ne pas laisser un vide sur la circonférence.

D. — Qu'est-ce que la tige ?

R. — La tige est une barre cylindrique en acier ou en fer, fixée par une de ses extrémités au piston, ou par une rivure, son emmanchement peut être cylindrique avec une embase, ou conique. L'autre extrémité est terminée par un œil dans lequel on fixe la traverse qui lui sert de guide et sur laquelle est articulé le pied de bielle.

D. — Qu'est-ce que la bielle ?

R. — La bielle est l'organe qui, à l'aide de ses liaisons avec la tige du piston et avec la manivelle de l'arbre, transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en circulaire continu à la manivelle.

L'extrémité de la bielle articulée à la traverse de la tige du piston,

Digitized by Google

s'appelle pied de la bielle, l'extrémité articulée à la manivelle, s'appelle tête de la bielle.

Les articulations du pied et de la tête sont généralement composées d'une chape ou chapeau et de deux coussinets en bronze, le chapeau emprisonne les coussinets à l'aide de boulons fixés sur le corps de la bielle.

Pour assurer un bon fonctionnement à cet organe et éviter les chocs et les échauffements, on donne généralement un quart de millimètre de jeu entre les coussinets du pied et le tourillon et un tiers à un demi au plus au tourillon de la manivelle.

La longueur de la bielle varie entre quatre et cinq fois la longueur de la manivelle.

D. — Qu'appelle-t-on points morts d'un piston ou d'un tiroir ?

R. — On dit qu'un piston ou un tiroir sont à leurs points morts :

1° Pour un piston, quand il parcourt dans la direction de son mouvement toute sa course et qu'il arrive à ses deux points extrêmes haut ou bas et dans cette position, les axes de la manivelle et de la bielle se confondent en ne formant qu'une seule et même ligne.

Si les axes de la manivelle et de la bielle sont dans le prolongement l'un de l'autre, on dit que le piston est à son point mort bas. Dans les machines verticales, on serait tenté d'appeler cette position point mort haut, puisque la position est effectivement en haut du cylindre.

On appelle point mort haut, la position opposée à la position point mort bas. C'est la position du piston la plus approchée de l'arbre, elle correspond à la position de l'axe de la manivelle replié sur celui de la bielle. Dans les machines verticales, on pourrait appeler ce point, point mort bas. Les appellations resteront celles que l'on emploie encore habituellement.

Les expressions des positions du piston sont appliquées au tiroir ; seulement, quand il est au point mort bas, il ouvre à l'introduction de la vapeur, l'orifice haut et à l'évacuation celui du bas et au point mort haut il ouvre l'orifice d'introduction du bas et l'évacuation du haut.

D. — Qu'est-ce que la manivelle ?

R. — La manivelle est un bras calé sur l'arbre, ou venu de forge avec lui, portant un tourillon ou soie rapportée dans ce que l'on appelle l'œil de la manivelle, ou venue de forge avec la manivelle.

La manivelle, avec la bielle, communiquent un mouvement circulaire à l'arbre. Quand la manivelle est double et venue de forge avec l'arbre, l'ensemble s'appelle villebrequin ou coude de l'arbre. Le diamètre du cercle décrit par la manivelle est égal à la course du piston.

D. — Qu'est-ce qu'un excentrique ?

R. — On appelle excentrique, un cercle qui est fixé sur un arbre

Digitized by Google

dont l'axe ne passe pas par le centre de ce cercle. La distance des deux centres s'appelle rayon d'excentricité ou rayon de l'excentrique. Le diamètre du cercle décrit par le centre de l'excentrique, c'est-à-dire le chemin parcouru par l'organe que l'excentrique entraîne.

On appelle collier de l'excentrique, le cercle composé des deux parties qui entourent l'excentrique ; ce collier n'est généralement pas du même métal que l'excentrique, si l'excentrique est en fonte le collier est en bronze. Une des parties du collier porte la queue qu'on appelle bielle d'excentrique, l'extrémité de cette queue porte une articulation. Pour assurer un bon fonctionnement du collier sur l'excentrique, il faut ménager un tiers ou un demi millimètre de jeu. Il faut assurer la circulation de l'huile par des petits canaux appelés pattes d'araignée.

D. — Qu'est-ce que l'arbre moteur ?

R. — L'arbre moteur est l'organe récepteur du travail, animé d'un mouvement circulaire continu, il possède en lui-même les deux facteurs de ce travail, l'effort et la vitesse qu'il distribue et communique, soit en plusieurs points de sa longueur, tel est le cas de l'arbre moteur d'un atelier où il actionne, à l'aide d'engrenages, de poulies et de courroies, les machines outils, soit qu'il distribue ces facteurs par une de ses extrémités en actionnant une hélice ou des roues.

Il est en fer ou en acier, quelquefois creux, pour diminuer son poids. On dit qu'il est en deux ou plusieurs coudes selon qu'il possède deux ou plusieurs manivelles doubles. Il peut être formé de plusieurs tronçons réunis entre eux par des tourteaux et des boulons d'assemblage, ce qui permet de remplacer un de ces tourteaux en cas d'avarie.

L'arbre est porté et guidé dans son mouvement par des paliers. Le palier comprend sa chaise, qui est fixée à une partie fixe de la machine; son chapeau qui est relié à la chaise, et les deux coussinets entourant l'arbre. Les coussinets sont généralement en bronze antifrictionné. Le coussinet supérieur ne touche pas l'arbre, il existe un quart à un demi-millimètre de jeu, afin d'empêcher un frottement inutile qui pourrait provoquer des échauffements.

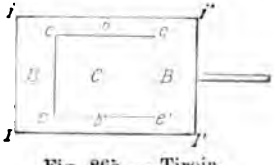


Fig. 265. — Tiroir.

D. — Qu'est-ce que le tiroir ? (Fig. 265).

R. — Le tiroir est l'organe de distribution de vapeur. Animé d'un mouvement rectiligne alternatif de va-et-vient sur la glace du cylindre, il découvre et ferme à temps voulu, et dans des proportions convenables, un orifice à l'introduction de la vapeur et l'orifice opposé à l'évacuation.

Prenons pour exemple de fonctionnement le tiroir qu'on appelle tiroir en coquille à cause de sa forme, il se compose de deux faces

Digitized by Google

planes B, B' appelées bandes ou barrettes du tiroir réunies par deux petites bandes.

Entre les deux barrettes B, B' est la coquille C servant à l'évacuation de la vapeur de chacun des orifices.

Jeu du tiroir. — Plaçons le piston à son point mort bas, par exemple, c'est-à-dire au point extrême qu'il ne peut dépasser dans sa

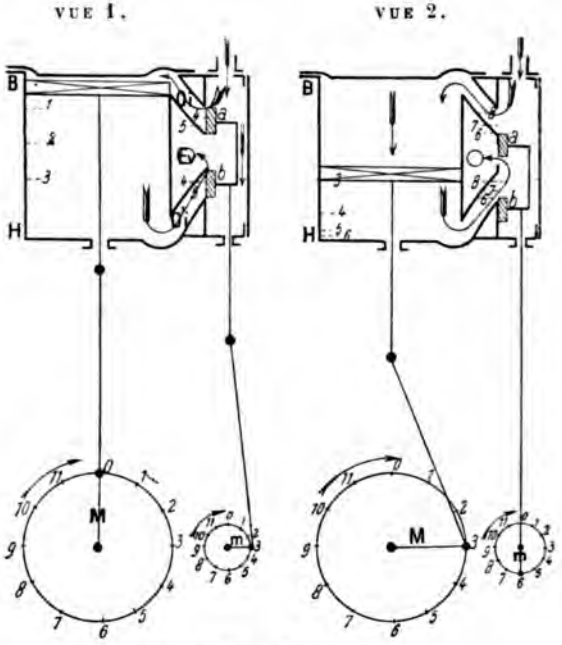


Fig. 266. — Vues 1 et 2.

direction; la bielle et la manivelle sont en ligne droite, et supposons pour plus de simplicité, que la course du tiroir soit juste égale au double de la hauteur des orifices O*i* et O'*i* et que les barrettes *a* et *b* aient la même hauteur que ces orifices (vue 1).

Plaçons comme nous l'avons dit le piston au point mort bas (vue 1), la position du rayon *m* de l'excentrique ou de la manivelle qui conduit le tiroir formera un angle droit ou sera d'équerre avec la manivelle M du piston, elle occupera la position 3 (vue 1). Le tiroir est donc sur le point d'ouvrir en même temps l'orifice à l'introduction O*i* du bas vapeur et l'orifice d'évacuation O'*i* du haut vapeur dans la coquille du

Digitized by Google

tiroir, d'où la vapeur s'échappera par un tuyau, soit à l'air libre, soit dans la cheminée.

Le mouvement du piston et du tiroir sera produit en prenant successivement toutes les positions.

Le tiroir arrive à son point mort haut à la position 6 (vue 2), et ouvre en grand les orifices d'introduction et d'évacuation ; le piston occupe la position 3. Le mouvement continuant le tiroir remonte en 9

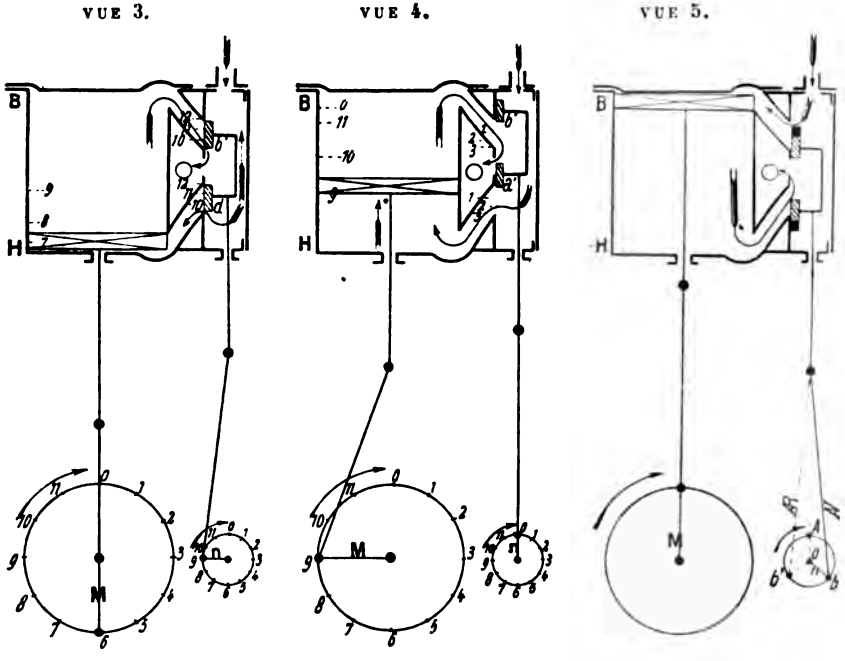


Fig. 266. — Vues 3, 4 et 5.

(vue 3), le bord de la barrette va commencer la fermeture de l'orifice bas vapeur et l'ouverture de l'orifice haut vapeur O'*i* et celle de l'évacuation du bas vapeur O*i*, le piston est rendu à son point mort haut, il va redescendre et le même jeu se reproduira.

Mais dans la pratique au lieu de donner la même hauteur aux barrettes et aux orifices, on augmente la hauteur des barrettes d'une quantité qui varie entre le tiers et la moitié de la hauteur des orifices; c'est le recouvrement à l'introduction, mais sans rien changer à la dimension des arêtes qui ouvrent à l'évacuation ; et comme avec cette

Digitized by Google

augmentation de hauteur, les orifices à l'introduction haut et bas ne seraient pas ouverts pour renverser le mouvement du piston à temps voulu, on a fait, avant de le claveter, tourner l'excentrique sur l'arbre, jusqu'à ce que les orifices à l'introduction soient légèrement ouverts, 1 à 2 millimètres, quand le piston est à ses points morts correspondants. Cette quantité dont on l'a fait avancer constituent ce que l'on appelle son avance à l'introduction sur le piston, et l'angle A*ob* du rayon d'excentrique avec la manivelle M est ce qu'on appelle l'angle de calage (vue 5). L'angle *bob'* est l'angle de *toc*; les ouvertures à l'évacuation haut et bas sont augmentées dans les mêmes proportions.

Dans les machines de canot on à deux excentriques calés de la même façon par rapport à la manivelle du piston ; *ob* est celle de la marche A' et *ob'* celle de la marche R.

Les queues des bielles des excentriques sont reliées par un secteur C. Selon que l'on marche en A' et en R, on amène l'excentrique de cette marche dans la direction de la tige du tiroir.

Pour régler pratiquement un tiroir soit après usure des coussinets de l'arbre ou de l'excentrique et de sa bielle, et en général toute usure qui peut faire tomber le tiroir et par suite augmenter l'avance du bas vapeur à l'introduction, le piston étant toujours à son point mort bas, on retarderait donc d'autant l'avance à l'introduction du tiroir pour haut vapeur, il faudra donc allonger la bielle d'excentrique ou remonter l'arbre d'une quantité suffisante pour obtenir la même avance à l'introduction haut et bas vapeur, et pour s'assurer si le tiroir fonctionnera dans de bonnes conditions, il suffira de mettre successivement le piston à ses deux points morts et de voir dans chacune de ces deux positions si l'avance est d'environ 1 millimètre et demi à 2 au plus à chacun des orifices. Quand cette condition est remplie, le tiroir est bien. On donne cependant un peu moins d'avance à l'introduction bas qu'en haut, précisément à cause de la chute progressive de l'arbre et du tiroir et de l'usure de l'excentrique et de ses articulations, par suite de l'usure de ses coussinets.

On dit que le tiroir est placé à mi-course quand après lui avoir fait parcourir sa course complète on prend le milieu de cette distance et que l'on ramène la ligne partageant le tiroir en deux parties égales, se confondre avec le trait de la demi-course tracé sur la glace.

Dans cette position on voit les recouvrements à l'introduction et généralement les arêtes à l'évacuation sont arêtes pour arêtes avec celles des orifices de la glace des cylindres.

Digitized by Google

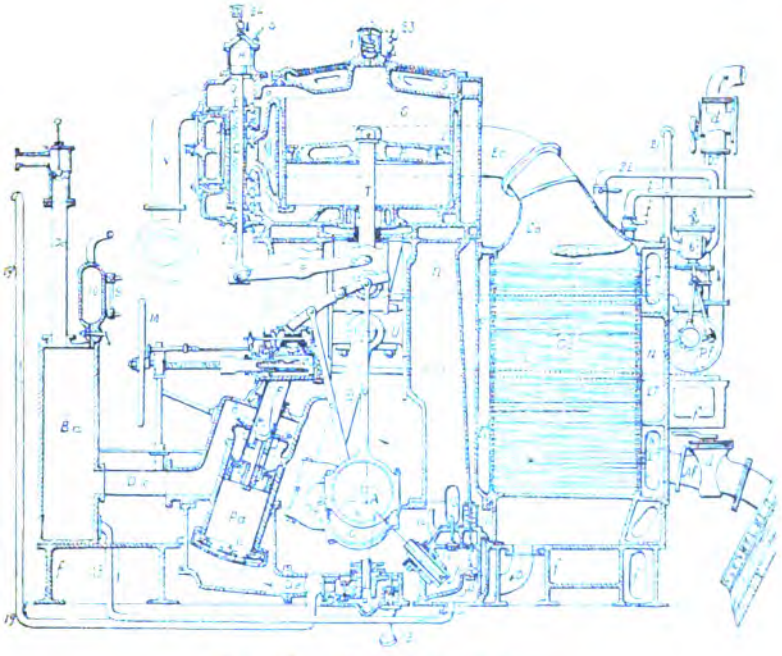


Fig. 207. — Machine démonstrative.

A, arbre à manivelles.
B, bielle motrice.
Ba, bâche.
C, cylindre avec chemise.
Co, condenseur.
D, tiroir équilibré.
D'e, aspiration de la pompe à air.
D''e, refoulement de la pompe à air.
De, décharge accidentelle.
Ee, tuyau d'évacuation au condenseur.
Af, arrivée d'eau de circulation.
d, prise d'eau de circulation.
Df, refoulement de l'eau de circulation.
F, piston à fourreau de la pompe à air.
H, piston équilibrant le tiroir.
I, injection directe au condenseur.
i, tuyau de l'arrivée d'eau de l'injection directe.
M, mise en train à vapeur.
P, piston à vapeur de la machine principale.
Pa, pompe à air.
Pf, turbine.
S, secteur Stephenson.
U, patin de glissière.
b, bielle de la pompe à air.
b', cylindre à vapeur de la turbine.
cc', excentriques des tiroirs.
f, f, f, bâtis.
q, q, bielles d'excentriques.
q', q', levier actionnant le tiroir.
V, tuyau de vapeur.
T, tige du piston.
1, soupape de sûreté du cylindre.
2, garnitures du piston.
3, enveloppe du couvercle.
4, presse-étoupe du piston.
5, robinet mettant en communication le dessous du piston H avec l'atmosphère.
6, clapets de pied de la pompe à air.
7, clapets du piston.
8, clapets de tête de la pompe à air.
9, niveau d'eau de la bâche.
10, colonne du niveau.
11, pompe alimentaire.
12, clapet d'aspiration.
13, tuyau d'aspiration.
14, clapet de refoulement.
15, réservoir d'air.
16, clapet de sûreté.
Pe, pompe de cale.
17, clapet d'aspiration de la pompe de cale.
18, tuyau d'aspiration.
19, clapet de refoulement.
19', tuyau de refoulement.
20, compensateur du tiroir de la machine.
21, prise de la turbine.
22, évacuation de la turbine au condenseur.
23, graisseur du cylindre de la machine principale.
24, graisseur du tiroir de la machine principale.
25, tige du tiroir.
26, presse-étoupe de la tige du tiroir.
27, coquille du condenseur.

Digitized by Google

DIFFÉRENTS GENRES DE TRESSES

Tresse carrée (fig. 268, vue 1 et 2). — Pour faire une tresse carrée on prend huit brins, formés avec des fils de torons de chanvre, on les sépare en deux faisceaux égaux. On prend le brin de droite 1 de la main droite (fig. 268), on le fait passer par-dessus tous les brins de la main droite et au milieu des brins de la main gauche entre 6 et 7, et on le ramène dans la main droite, en dedans de la position 1'. On prend ensuite le brin de gauche 5 de la main gauche, on le fait passer

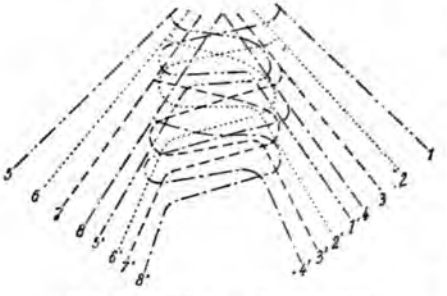


Fig. 268, vue 1. — Tresse carrée.

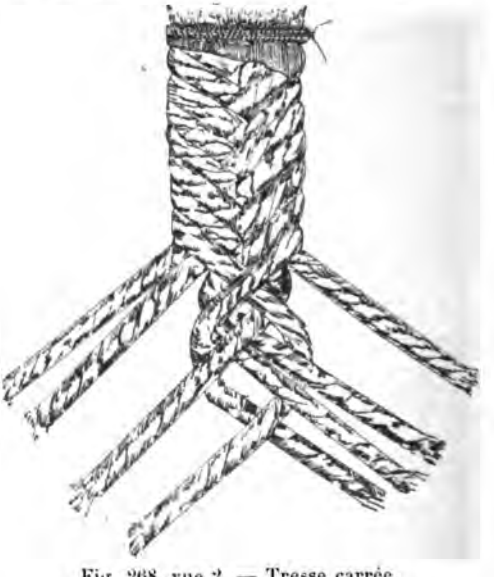


Fig. 268, vue 2. — Tresse carrée.

par-dessus tous les brins de la main gauche et au milieu des bri de la main droite entre 3 et 4 et on le ramène dans la main gauche

Digitized by Google

dedans dans la position 5'. On continue en prenant alternativement un brin de la main droite et un brin de la main gauche ; ainsi on fait passer le brin 2 entre 7 et 8, on le ramène en 2', le brin 6 entre 4 et 1' et on le ramène en 6', le brin 3 entre 8 et 5' et on le ramène en 3'; le brin 7 entre 1' et 2' et onle ramène en 7' ; le brin 4 entre 5 et 6' et on le ramène en 4' ; le brin 8' entre 2' et 3' et on le ramène en 8' et on continue ainsi jusqu'à ce que l'on ait la longueur de tresse voulue.

Il faut donner aux brins une longueur d'un tiers plus grande que la longueur de tresse que l'on veut avoir.

La tresse carrée se fait encore avec 12 et 16 brins.

Fig. 269. — Tresse plate dite anglaise.

Tresse plate dite à l'anglaise (fig. 269). — Pour faire une tresse plate on prend un nombre impair de brins, 5, 7, 9, 11, on partage le nombre de brins en deux parties, dont l'une a un brin de plus que l'autre. Ainsi si l'on emploie 7 brins, on en aura 4 dans la main droite et 3 dans la main gauche. On prend alors le brin 1, on le fait passer dessous le brin 2, dessus le brin 3 et dessous le brin 4 et il va rejoindre les fils de la main gauche en dedans. On continue la tresse en opérant de la même manière avec le fil 7, puis ensuite avec le fil 2, etc.

Il faut donner aux brins une longueur d'un quart plus grande que la longueur de la tresse que l'on veut avoir.

Tresse plate. — Pour faire une tresse plate on prend un nombre

Digitized by Google

impair de brins, 3, 5, 7. On partage le nombre de brins entre deux faisceaux dont l'un a un brin de plus que l'autre. Puis prenant un faisceau de chaque main, on passe le brin extérieur du faisceau le plus nombreux par-dessus tous les autres du même groupe et on le ramène en dedans des brins du faisceau de l'autre main. On opère de la même manière avec le brin extérieur de l'autre faisceau jusqu'à ce que l'on

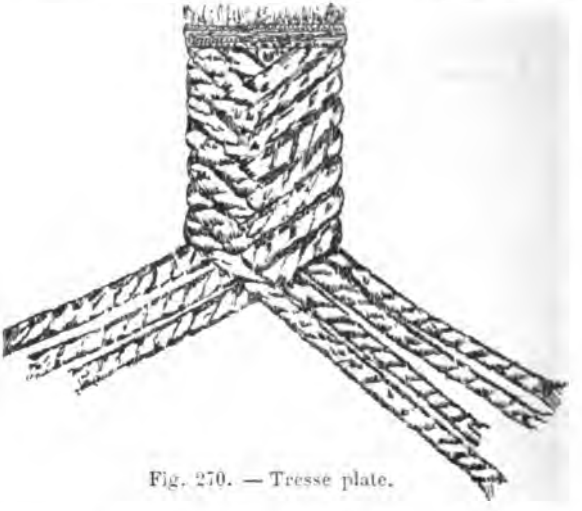


Fig. 270. — Tresse plate.

ait la longueur de tresse voulue. Il faut donner aux brins une longueur d'un quart plus grande que la longueur de tresse que l'on veut avoir (fig. 270).

CONFECTION DES JOINTS

D. — Quels sont les joints que l'on fait au mastic minium?

R. — Ce mastic sert à la confection d'un grand nombre de joints, notamment pour les tuyaux d'eau de mer et de vapeur, pour les joints que l'on ne démonte que rarement, tels que les boîtes de soupapes de sûreté et d'arrêt, et enfin pour certains joints dans lesquels les parties à réunir ne sont pas parfaitement dressées.

D. — Comment fait-on un joint au minium?

R. — Pour faire un joint au minium, il faut d'abord gratter les deux parties qui doivent être en contact et les frotter légèrement de céruse en pâte.

Si les deux parties à jonctionner possèdent de petites rainure

Digitized by Google

on applique deux petits bourrelets de minium sur le milieu de l'une des parties de manière à en faire le tour, et on serre le joint au moyen des boulons de jonction. Souvent dans les joints de chaudière à haute pression on intercale une rondelle en toile métallique qui retient le minium. Dans le cas où les pinces ne sont pas bien dressées on intercalle entre elles une rondelle de plomb.

D. — A quoi sert le mastic Serbat?

R. — Il sert aux mêmes usages que le mastic au minium.

Avant de l'employer, il faut le ramollir en le battant avec un marteau et en le roulant dans la main.

D. — Quels sont les usages du blanc de céruse en pâte?

R. — Le blanc de céruse en pâte est fréquemment employé à la confection des joints qui doivent se démonter souvent, tels que plateaux de tiroirs, bouchons de cylindres, trous d'homme, etc.

D. — Comment fait-on un joint au blanc de céruse?

R. — On commence par gratter les deux parties qui doivent être en contact, on interpose une tresse plate également imbibée de blanc de céruse, puis on serre le joint bien carrément.

D. — Comment fait-on les joints au plastique à l'amiante?

R. — Après avoir nettoyé les deux faces du joint, on passe une légère couche de blanc de céruse sur l'une des faces et on frotte l'autre face avec de la plombagine, on découpe une plaque de plastique de la forme de la pince et on l'interpose entre les parties à jonctionner.

Lorsqu'on défait le joint avec précaution, la même plaque de plastique peut servir plusieurs fois, elle reste collée à la pince enduite de blanc de céruse.

D. — A quoi sert le mastic de fer et comment l'emploie-t-on?

R. — Il faut commencer par laver les faces du joint avec du vinaigre ou de l'eau acidulée, de manière à enlever les graisses qui empêcheraient le joint de prendre. Cela fait, quand le mastic commence à chauffer, ou l'introduit entre les parties à jonctionner et on le refoule à coups de marteau au moyen d'un matoir en fer.

Composition du mastic Serbat.

Sulfure de plomb calciné.	33	parties en poids
Peroxyde de manganèse.	25	—
Huile de lin.	6	—

Composition du mastic de fer

Tournure de fonte ou limaille de fer .	40	parties en poids
Fleur de soufre en poudre.	2	—
Sel ammoniac.	1	—

Digitized by Google

A ce mélange on ajoute quelquefois des résidus de meule à aiguiser et dont l'effet détermine une prompte action chimique entre la limaille et le soufre. Ce mastic s'emploie à froid et non à chaud et sec. Pour un usage à froid on mélange toutes ses parties constituantes dans un mortier, puis on délaye avec de l'eau et on l'emploie aussitôt pour le joint à confectionner. A chaud et sec, on mélange d'abord le soufre et le sel ammoniac avec toute la limaille de fer à employer, on humecte légèrement cet amalgame avec de l'eau ordidaire, ou préférablement avec de l'eau de mer on de l'urine dont l'action est plus énergique, on remue le tout jusqu'à ce que la fermentation donne lieu à un dégagement de chaleur sensible au toucher. Enfin on ajoute petit à petit la quantité de limaille de fer qui doit entrer dans le mélange, en continuant à l'humecter avec de l'urine, de manière à ce que le mélange soit toujours un peu humide. Il faut l'employer immédiatement.

D. — Comment fait-on les joints à la toile?

R. — Après avoir coupé un morceau de toile, de la forme de la pince, on enduit ses deux côtés de blanc de céruse et on le place entre les deux parties à jonctionner.

D. — Comment fait-on les joints au papier huilé et à quoi servent-ils?

R. — Pour faire un joint en papier huilé, on prend un morceau de papier, ayant la forme de la pince, on l'imbibe d'huile de lin et on l'applique entre les parties à jonctionner, on emploie les joints au papier huilé pour l'intérieur des torpilles automobiles (joints des tiroirs et des fonds de cylindres).

D. — Comment fait-on les joints en caoutchouc et quand les emploie-t-on?

R. — On coupe une feuille de caoutchouc de la forme de la pince, puis on l'applique entre les parties à jonctionner. On emploie le caoutchouc pour toutes les pièces qui doivent aller dans l'eau, comme les torpilles vigilantes.

Les rondelles doivent être conservées avec les mêmes précautions que les feuilles de caoutchouc, c'est-à-dire mises à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Dans les chaudières à haute pression système Thornycroft, Du temple et Normand, les brides d'assemblage sont très fortes, elle portent chacune une petite rainure dans laquelle on place une petite bague sans soudure en cuivre rouge. On serre les brides le plus possible et on obtient un joint étanche.

Digitized by Google

CONFECTION DES PRESSE-ÉTOUPES

Pour faire un presse-étoupes, s'assurer que le dé en bronze est bien en place; couper les tresses carrées de façon à ce que mises en place les bouts se touchent sans chercher à se croiser, enfoncer la première à l'aide du matoir et bien la faire porter dans le fond, introduire la seconde par le même moyen, mais disposer sa coupure à l'opposé de la coupure de la première; placer successivement chaque tresse de façon à ce que les coupures soient opposées.

Avant d'arriver au remplissage complet du presse-étoupes, avoir loin de rendre les tresses avec le chapeau. Il arrive fréquemment qu'arrivé à la fin du remplissage, on complète la garniture par une tresse plate. Avant de faire le presse-étoupes et au fur et à mesure que l'on met une tresse en place, on la trempe soit dans l'huile, soit dans un mélange d'huile et de suif chauds.

Dans le cas où l'on emploie les tresses à l'amiante, on prend des torons d'un diamètre supérieur d'un cinquième à celui de l'espace annulaire entre la tige et le presse-étoupes et on le coupe légèrement plus long que le développement de la tige. On trempe ces tresses dix minutes dans la glycérine ou de l'eau chaude afin de les assouplir; on les met en place comme les précédentes.

Dans les nouvelles machines à haute pression fonctionnant à 12 kil., celle des chaudières étant de 17 kil. et la température de la vapeur de 206°,17, on emploie dans le cylindre admetteur les torons composés de fils métalliques en cuivre jaune étamés, on coupe les torons un peu plus courts que la boîte du presse-étoupe, pour permettre la dilatation, on appuie simplement le chapeau, on met une tresse en amiante au fond et au-dessus du presse-étoupe.

On emploie encore la grenaille Belleville.

Presse-étoupes des joints glissants pour tuyaux de vapeur. — Tremper la tresse du fond dans un mélange de suif et de blanc de céruse afin de l'empêcher de se brûler trop vite par un contact avec la vapeur, achever le presse-étoupes comme les presse-étoupes ordinaires.

TUBES AVARIÉS

(Fig. 271.)

D. — Comment tamponne-t-on un tube avarié?

R. — Si le tube avarié appartient à une chaudière à face plane, à moyenne pression, on prend un tampon légèrement conique terminé par une tige cylindrique de plus petit diamètre, on introduit le coin

Digitized by Google

en croisillon dans les entailles de même disposition pratiquées sur la tête du coin, on introduit ce tampon à l'aide d'un outil A dont une extrémité est découpée en croisillon servant d'encadrement au coin de même forme,on introduit ce tampon dans le tube jusqu'à ce que la petite tige vienne s'appuyer contre la face de la boîte à feu. Arrivé là avec l'extrémité B de l'outil A on enfonce les crins à refus, on dilate la tête du tampon, l'humidité de l'eau assure son étanchéité. Pour le tampon de la boîte à fumée, on l'introduit à force. On change ce tube à l'arrivée.

Chaudière Belleville. — Si le tube avarié est un tube de chaudière Belleville, et si l'avarie consiste en une déchirure, toute réparation

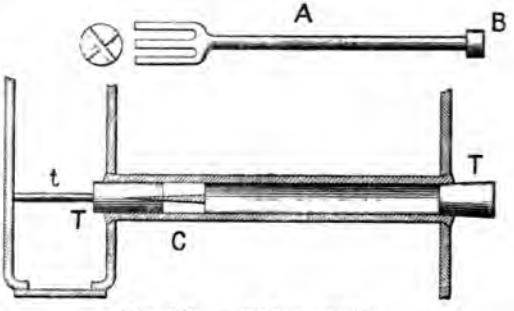


Fig. 271. — Tubes avariés.

est pour le moment impossible; il faut isoler cette chaudière et mettre bas les feux et remplacer le tube.

Si l'avarie est une simple perforation, ayant généralement la forme d'un tronc de cône; la réparation de ce tube peut être faite à l'aide d'un rivet que l'on rive à l'emplacement de la piqûre. Mais il faut toujours mettre bas les feux. Quand il s'agit de la chaudière d'un canot, il est souvent arrivé que dans la perforation on introduisait simplement une cheville en bois, avec un collier faisant joint au minium sur cette cheville.

Avec les précautions que l'on a prises pour la conservation des chaudières ces genres d'avaries sont assez rares.

Chaudière Dutemple. — Quand on a à tamponner un tube dan une chaudière Dutemple, lorsque ce tube a été reconnu, et que l température de la chaudière en permet l'accès intérieur, on rem place les écrous E de fixation des tubes par des écrous borgnes E Si on enlève le tube avarié, on le remplace par des cônes T. (Voir le chaudières Dutemple.)

Digitized by Google

Chaudière Normand. — Si le tube avarié appartient à une chaudière Normand, comme les tubes sont dudgeonnés, on enfonce dans ce tube à chacune de ses extrémités un tampon taraud; puis enfoncé d'une certaine longueur, on continue à l'enfoncer en le vissant. Voir les chaudières Normand.

Limiter une déchirure dans un tuyau à moyenne pression. Faire une rousture. — 1° On commence par limiter la déchirure en la bridant par des colliers qui doivent toujours exister sur tous les tuyaux. La déchirure étant limitée, on l'entoure d'une feuille de plomb très mince recouverte de blanc de céruse; on serre les colliers.

2° On enveloppe ensuite la plaque de plomb par des bandes de toile trempées dans de la céruse, que l'on serre avec du bitord, ce travail fait, on serre le tout par un nouveau collier, et le tuyau ainsi réparé peut servir sans crainte, pour les chaudières à moyenne pression surtout.

REMPLACER UN BARREAU DE GRILLE

Pour remplacer un barreau de grille, on dégage le charbon, on suspend le barreau neuf à une lance par le moyen de deux fils de carrêt, en le présentant où il doit aller; les fils de carrêt brûlent et il tombe naturellement en place.

VOIE D'EAU DANS LA CHAMBRE DE CHAUFFE

Mettre immédiatement les compartiments où se déclarent les voies d'eau en communication avec le drain et ce dernier soit avec les pompes Thirion, le pulsomètre, la pompe de circulation.

Les valves se manœuvrent généralement du pont cuirassé, des plateaux indicateurs indiquent le sens du mouvement que l'on doit donner à l'écrou. Sur les torpilleurs mettre le drain en communication avec la caisse d'aspiration de la machine et cette caisse d'aspiration avec la pompe de circulation.

Dans les autres compartiments se servir du drain et des éjecteurs. Si la voie d'eau est trop considérable, isoler complètement la chambre de chauffe et vider la chaudière si on a le temps afin de diminuer le poids.

D. — Quels sont les principaux organes dont le personnel mécanicien doit connaître la fonction et les différents postes de manœuvre?

R. — Ces organes sont :

1° La soupape d'arrêt;

2° La soupape de sûreté;

3° Le tubes de niveau d'eau.

Digitized by Google

4° Les robinets extincteurs des feux ;

5° Le capot du tube de dégagement des gaz;

6° Les différentes soupapes de vapeur des machines auxiliaires, de la pompe de compression, du petit cheval sur le collecteur d'épuisement;

7° Les soupapes pour le collecteur des éjecteurs;

8° Les robinets d'extraction de fond et de surface;

9° Les robinets de la turbine de circulation, entrée et sortie d'eau, quand elle est employée comme pompe d'épuisement et communique avec le drain;

10° Les vannes d'épuisement et leurs fonctions dans les divers compartiments; les fermer quand l'opération d'épuisement et celle de remplissage si le cas se présentait sont terminées;

11° Les différents robinets d'eau et de vapeur;

12° Les organes pour faire le plein;

13° Pompe Thirion ou petit-cheval;

14° Ventilateur;

15° Bouilleur;

16° Drains et éjecteurs divers.

DIFFÉRENTS JOINTS GLISSANTS EMPLOYÉS SUR LES BATIMENTS ET PRINCIPALEMENT POUR LES TUYAUX TRAVERSANT LES CLOISONS

Ces joints glissants ont pour but de diminuer la fatigue qu'éprouvent certains tuyaux passant par différentes températures.

Si les tuyaux traversant les cloisons des chaufferies et celles de certains compartiments avant de se rendre aux boîtes à tiroir étaient rigides, avec la dilatation qu'ils éprouvent ils se cintreraient et fatigueraient leurs joints. Pour obvier à cet inconvénient, on a établi des tores élastiques voisins des cloisons ou des joints glissants; ces deux moyens sont représentés par les diverses dispositions des figures 241, 242, 243, 244, 245, pages 450, 453. Il faut avoir bien soin de ne jamais se servir de l'épaisseur de la cloison pour remplacer la rondelle de plomb qui doit assurer l'étanchéité du joint, car par la présence du cuivre et surtout par le passage de la vapeur, cette cloison s'usserait rapidement. L'expérience a confirmé ce fait.

Voir les dessins des différents systèmes.

TURBO-MOTEUR PARSONS

Fig. 272.

Description. — Le turbo-moteur proprement dit T se compose d 12 couronnes a', a', a'... placées de chaque côté de l'axe d'un tam

Digitized by Google

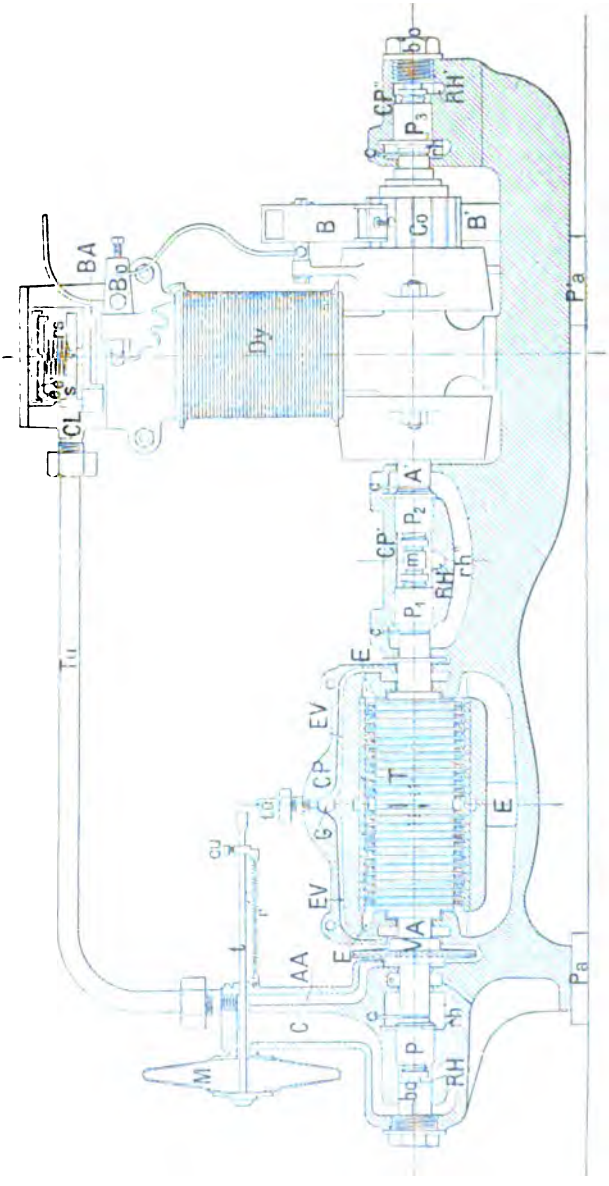


Fig. 272. — Vue 1.

Digitized by Google

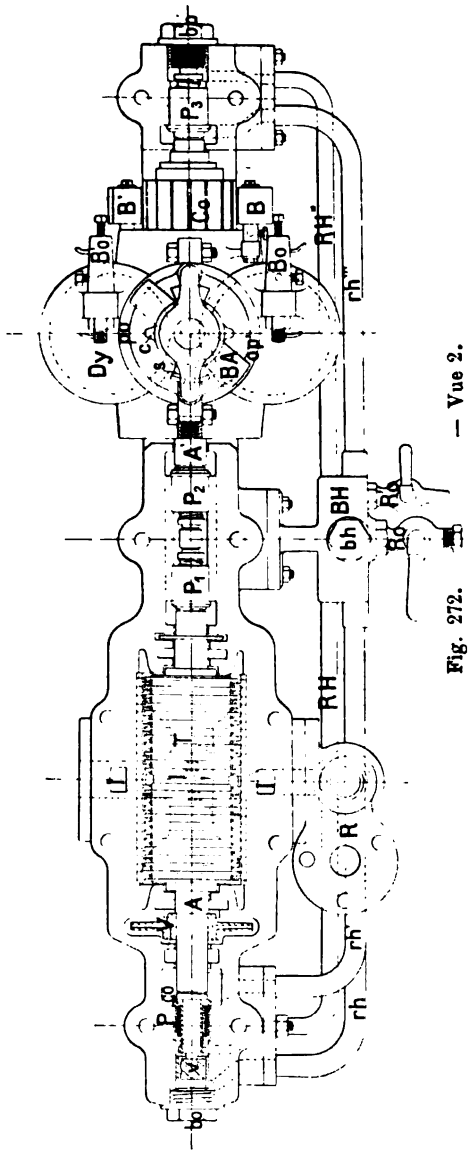


Fig. 272. — Vue 2.

bour en fer. Sur ces couronnes on a taillé 40 aubes destinées à recevoir l'action de la vapeur. Elles sont entourées par d'autres *a*, *a*, *a*... fixes et absolument semblables au point de vue de la forme des aubes. Ces couronnes fixes sont en deux pièces ; la première demi-couronne repose au fond du bâti et la deuxième est fixée sur le chapeau mobile CP.

La vapeur arrivant par l'orifice I pénètre autour du tambour et s'échappe à droite et à gauche par les aubes directrices *a*, *a*, et se dirige sur les aubes réceptrices *a'* *a'*. Après avoir agi une première fois, la vapeur s'échappe par la deuxième couronne directrice et est dirigée sur la deuxième couronne réceptrice et ainsi de suite pendant douze cascades successives. La vapeur s'échappe ensuite par les conduits E et se rend au condenseur ou à l'air libre.

Comme l'arbre ne passe à travers aucun presse-étoupes, des fuites pourraient avoir lieu à ces endroits. Afin d'éviter cet inconvénient on a disposé un petit Giffard G à la partie supérieure du chapeau CP. Ce Giffard G est alimenté par un orifice O prenant continuellement la vapeur dans la couronne médiane et aspire à l'aide des conduits EV, EV pratiqués dans le chapeau CP, la vapeur qui provient

Digitized by Google

des fuites. Un bouchon *vs* permet de visiter le Giffard G. Le tuyau *tu* a pour mission de conduire cette vapeur à l'air libre. Un bouchon BM placé sur le chapeau CP est disposé pour recevoir un manomètre.

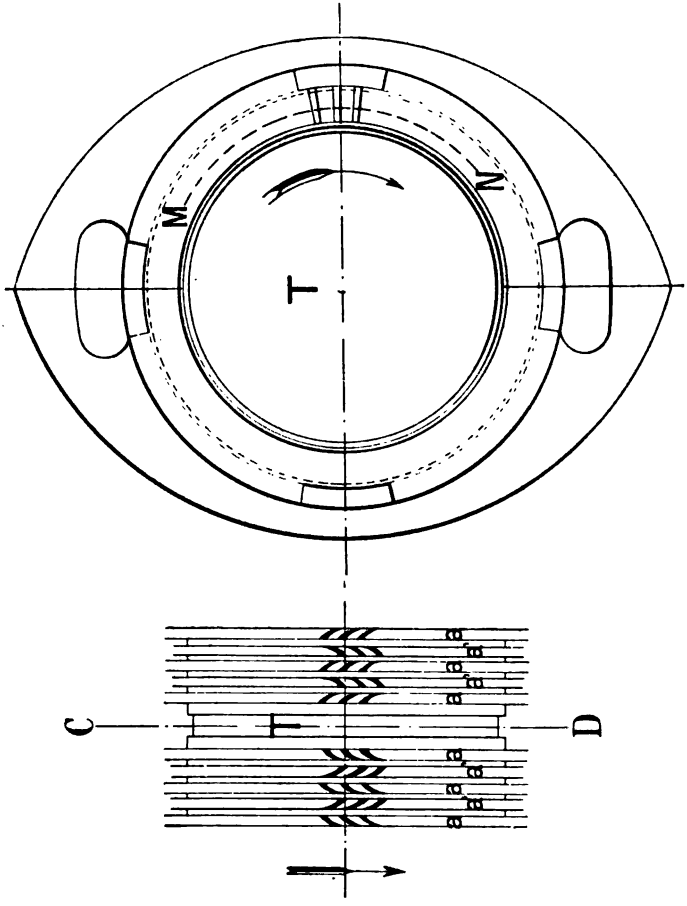
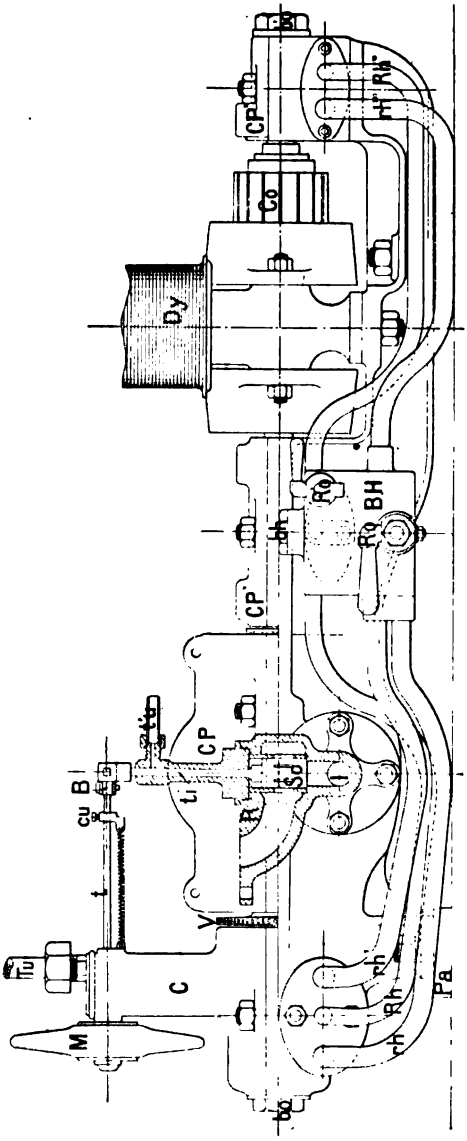


Fig. 272. — Vue 3.

Les arbres A et A' sont maintenus par des demi-collets en fer encastrés dans les chapeaux et s'ajustant exactement dans des rainures pratiquées sur ces arbres ; ils sont reliés entre eux par un manchon *m* (emmanchement carré).

Tous les paliers sont semblables et chacun d'eux se compose d'un

Digitized by Google


Dy
Co
CP
Ro
BH
Ro
CP
CP
cu
B
t
R
V
C
M
Tu
Pa
Rh
Rh
Rh

reau aimanté BA et sur son axe est fixé un secteur *s* percé d'un trou qui se trouve en regard de la colonnette CL dans la position indiquée par le dessin. L'orifice de la colonnette CL communique avec la colonne C à l'aide d'un tuyau TU, et peut être obstrué par le fait de la rotation de secteur *s*. Un ressort en spirale pouvant être bandé par un écrou et un contre-écrou *e*, *e'* agit sur le secteur *s*.

Fonctionnement du régulateur. — Quand la machine est en marche, l'aspiration du ventilateur se fait à l'intérieur de la colonne C par le conduit AA et l'air arrive par le tuyau TU si le secteur *s* n'obstrue point l'orifice.

Supposons maintenant que par suite de l'extinction d'une lampe le courant varie d'intensité, aussitôt le barreau aimanté BA déviera absolument comme l'aiguille d'un galvanomètre et entraînera le secteur qui obstruera plus ou moins le trou percé dans la colonnette CL. L'air arrivant en moins grande quantité par le tuyau TU un vide plus parfait que précédemment se fera dans la colonne C ainsi que dans la poche M.

La pression atmosphérique qui est constante et qui agit à l'extérieur de la poche, la comprimera et par l'intermédiaire de la tige *t*, la soupape à lanterne fermera ou ouvrira le passage de la vapeur suivant les cas. Les effets du galvanomètre sont réglés par le ressort en spirale *rs* et ceux de la pression atmosphérique par le ressort *r*. Pour mettre en marche on ouvre la soupape d'admission en grand et l'on règle la machine à l'aide des ressorts *rs* et *r*.

Graissage. — Une boite BH contient l'huile épurée destinée au graissage des paliers. Cette huile est aspirée par un des compartiments de la colonne C par suite de la dépression existant à l'intérieur et à l'aide du tuyau RH.

L'huile se trouve donc en charge au-dessus d'une vis d'Archimède V qui a pour mission de lancer l'huile dans les conduits RH, RH', RH''. Cette huile lancée sur l'une des joues des coussinets, circule entre la soie de l'arbre et le coussinet et se rend dans la boite BH à l'aide des conduits *rh'*, *rh''*, *rh'''* d'où elle est de nouveau conduite dans la colonne C par le tuyau *rh*. Une circulation continuelle d'huile se forme ainsi et empêche les échauffements qui pourraient se produire à cause de la grande vitesse. Un robinet de vidange R*o* ainsi qu'un robinet R'*o* pour s'assurer si le plein est terminé sont installés sur la boite BH.

On fait le plein du récipient par un bouchon C*h*.

Digitized by Google

Résultats des essais à chaud des typ

NOMS DES BATIMENTS	TYPE DES CHAUDIÈRES	CONSTRUCTEURS	SURFACE de grille par corps	SURFACE de chauffe par corps
Torpilleur n° 130.	Dutemple.	Dutemple.	2m², 61	84m², 50
Torpilleur type 126.	—	—	4 72 réduite à	Inconnue.
—	—	—	4m², 40	—
—	—	—	4 72	—
Torpilleur type 195 à 200.	—	—	2 61 réduite à	200m²
—	—	—	4m², 20	200
—	—	—	4 20	200
Dragon.	—	—	3 62	134 60
Alger, machine électrique.	A flamme directe et foyer intérieur.	Biétrix.	0 60	19 26
—	Locomotive type B.	—	0 60	19 26
Torpilleur n° 70.	— type F.	Cail.	1 78	73
Styx.	Locomotive.	Claparède.	1 78	91 33
—	Avec chambre.	—	1 68	84
—	De combustion.	—	1 68	84
—	—	—	1 68	84
Torpilleur n° 20.	Locomotive.	Normand.	1 78	72 88
Sainte-Barbe.	Lagrafel et d'Allest.	Fraissinet.	4 68	95
—	—	—	4 58	95
Salve.	Godard.	Indret.	2 10	100
—	—	—	2 10	100
Provenant de l'*Avant-Garde.*	Locomotive.	Normand.	2 25 R. 0m²,95	80 63
—	—	—	2m², 25 R. 0m²,95	80 63
—	—	—	2m², 25 R. 0m²,95	80 63
—	—	—	2m², 25 R. 0m²,95	80 63
Provenant du *Crocodile.*	Cylindriques à deux foyers intérieurs à flamme directe.	Claparède.	2m², 34	65 42
—	—	—	2 34	65 42
—	—	—	2 34	65 42
—	—	—	2 34	65 42
—	—	—	2 34	65 42
Fleurus.	Amirauté.	Creusot.	4 60	277m² avec les ailettes.
—	—	—	4 60	—
—	—	—	4 64	—
—	—	—	4 64	—
Provenant du *Creusot.* Type *Condor.*	—	—	4 32	313m²30 avec les ailettes.
—	—	—	4 32	—
—	—	—	4 32	—
—	—	—	4 32	—

Digitized by Google

chaudières employées dans la marine.

DURÉE de l'essai	CHARBON dépensé par heure	EAU VAPORISÉE par heure	EAU VAPORISÉE par m² grille et par heure	EAU VAPORISÉE par m² de chauffe et par heure	EAU VAPORISÉE par kilog. de charbon	GENRE de tirage	SICCITÉ de la vapeur. Proportion d'eau entraînée
3 h.	673 kg.	4 253 lit.	1 476lit,24	50lit,3	6lit,32	En vase clos.	»
3	880	6 836	1 448 40	»	7 76	—	»
3	920	7 126	1 679 52	»	7 74	—	»
3	1 040	7 306	1 547 64	»	7 02	—	»
4	200	1 962lit,5	751 67	9 84	9 84	—	0,0317
3	1 213kg,33	7 606 66	1 811 10	38 03	6 27	—	0,0323
3	1 600 kg.	10 110 lit.	802 38	1 33	6 31	—	0,0572
3	920	6 356	1 655 75	47 4	6 90	—	»
3	80	558	930	29 06	6 97	Évacuation dans la cheminée.	»
5	48	374lit,60	624 30	19 5	7 79		»
3	152	1 290 lit.	724 71	17 6	8 48	Tirage naturel.	»
3	520	4 133	2 321 91	45 2	7 94	Vase clos.	»
3	446	3 520	2 095 29	41 9	7 89	—	»
3	480	3 560	2 119 05	42 3	7 41	—	»
3	480	3 460	2 069 52	41 1	7 20	—	»
3	466	3 273	1 948 20	38 9	7 02	—	»
3	506kg,66	3 593	2 018 40	49 3	7 10	—	»
3	1 040 kg.	8 866lit,66	1 894 55	93 3	8 52	—	0,053
3	1 040	9 240 lit.	1 974 36	97 2	8 88	—	0,075
3	493	3 940	1 876 17	39 4	7 80	—	»
3	573	4 830lit,66	2 303 10	48 3	8 43	—	0,0415
3	48kg,300	413 3	435	5 1	8 60	Tirage naturel.	»
4	50 kg.	462 5	486 80	5 7	9 24	—	»
3	50kg,6	473 3	498 18	5 8	9 46	—	»
4	48 kg.	525 lit.	552 60	6 5	10 93	—	»
4	210	1 605	685 80	24 5	7 64	—	0,920
3	185kg,714	1 400	598 44	21 4	7 56	—	0,020
7h30	180 kg.	1 420	606 80	21 7	7 88	—	0,007
3 h.	212	1 716	733 33	26 2	8 09	Tirage forcé.	0,009
6	312kg,5	2 348	1 003 30	35 9	7 52	—	0,033
3	720 kg.	6 633	1 441 95	23 9	9 21	Vase clos.	»
3	706	6 410	1 393 40	23 1	9 07	—	»
3	720	6 516	1 404 10	23 5	9 04	—	»
3	720	6 433	1 386 40	23 2	8 93	—	»
3	760	6 943	1 607 10	22 1	9 13	—	»
3	1 026kg,66	8 480	1 962 90	27 06	8 26	—	»
3	173 kg.	1 540	356 40	4 9	8 90	Tirage naturel.	»
3	1 053kg,33	8 856lit,6	2 050 10	28 2	8 41	Vase clos.	»

Digitized by Google

Résultats d'essais comparatifs faits à Brest, sur un canot de 8m,85, *avec des chaudières de différents modèles.* (11 juin 1887.)

		BELLE-VILLE	BIGOT	ORIOLLE	TRÉ-PARDOUX
Encombrement.	Longueur	0m,86	1m,46	1m,30	0m,75
	Largeur	0,95	1,01	0,90	
	Hauteur	1,73	1,82	1,70	1,57
Poids de l'appareil complet	sans eau	1 400kg	1 139kg	787kg	627kg
	avec eau	1 448	1 343	952	717
Surfaces	de grille	0mq,24	0mq,22	0mq,32	0mq,26
	de chauffe	5,80	6,22	11,63	5,75
	Rapport	24	28	36	20
Durée de l'essai		1h,8	2h,16	2h,24	1h,25
Pression moyenne		8kg,9	7kg	8kg	10kg
Puissance indiquée	totale	18ch,5	14ch	20ch	23ch
	par m. car. de chauffe	3,2	2,2	1,7	4
Charbon brûlé	par m. car. de grille	286kg	324kg	265kg	251kg
	par cheval	3,7	5,2	4,3	2,9
Eau vaporisée	par kilo de charbon	6l,6	6l	6l,2	6l,6
	par cheval	24,4	31,4	26,5	20
Poids par cheval indiqué		79kg	96kg	47kg	31kg

		VOLUME d'eau V	SURFACE de chauffe S	RAPPORT $\frac{V}{S}$	RAPPORT des surfaces de chauffe et de grille
Chaudière cylindrique à 2 bouilleurs.		6 100lit.	25mq	244	24
Terrible. Cyl., retour de flamme, 2 foyers		144 000	1 404	103	25
Sagittaire. Cyl., flamme directe, 2 foyers		12 400	131	95	28
Dupuy de Lôme. Cyl., flamme directe, 2 foyers		181 000	3 061	59	48
Roser.	Multitubulaire ordinaire	5 465	128	43	48
	— à bouilleurs annulaires	4 300	192	22	50
La Bombe.	Chaudière de torpilleur	11 800	337	35	47
	— Lagrafel et d'Allest	2 415	188	13	40
Chaudière Belleville-Alger		20 500	2 068	10	30
Chaudières	Collet pour navire	2 300	103	23	30
	Lagoste et Bouché, p. n.	2 700	123	22	31
	Oriolle, pour navire	2 060	140	15	31
	Babillot, pour navire	1 700	128	14	42
Torpilleurs	Dutemple	800	84,5	9,5	32
	Godard et Petit	760	95	8	42
	Oriolle (35 mètres)	1 405	144,3	9,2	33
	Type locomotive	3 120	94	33	41
	Thornycroft	1 800	187	9,6	52
Canots de 8m,85	Belleville	40	6	8	20
	Oriolle	165	8,2	20	25
	Bigot	204	6,2	33	28
	Trépardoux	90	5,75	15	22

Digitized by Google

ALLIAGES

EMPLOYÉS DANS LA CONSTRUCTION DES MACHINES MARINES

MÉTAL ANTIFRICTION

Opération pour faire l'alliage. — Elle se divise en deux parties : la première est connue sous le nom de « hardening ».

Pour faire l'hardening on prend 4 kilogrammes de cuivre que l'on fait fondre à sa plus basse température ; aussitôt le cuivre rouge en fusion, on introduit 6 kilogrammes d'étain, on agite le mélange, en continuant d'agiter ce mélange on y introduit 8 kilogrammes d'antimoine. la température de l'alliage toujours maintenue la plus basse ; on y introduit encore 12 kilogrammes d'étain ce qui diminue encore la température de l'alliage qui forme un tout de 36 kilogrammes que l'on coule en petits lingots. Cette préparation est la première partie.

Il faut avoir soin pendant que les métaux sont en fusion de toujours recouvrir la surface par du charbon de bois pulvérisé.

Deuxième partie. Pour former le métal antifriction on devra former une unité dans laquelle l'hardening y entrera pour 1/3 et l'étain non allié pour 2/3.

Exemples :

36 kg. hardening.	40 kg. hardening.
76 — d'étain.	80 — d'étain.
108 kg. d'antifriction.	120 kg. d'antifriction.

En décomposant les 108 kilogrammes de métal antifriction en ses éléments on aura la valeur de chacun des métaux qui entre dans la composition du métal antifriction réglementaire.

Savoir :

Cuivre rouge	4 kg.
Etain	96 —
Antimoine.	8 —

Métal antifriction des Forges et Chantiers.

Étain	90 kg.
Cuivre rouge	8 —
Antimoine	8 —
	106 kg.

Digitized by Google

Métal antifriction employé pour les tiroirs du « Tourville ».

GRANDS TIROIRS		PETITS TIROIRS	
Étain	0,8490	Étain	0,806
Cuivre rouge	0,0755	Cuivre	0,097
Antimoine	0,0755	Antimoine	0,097
	1,0000		1,000

Points de fusion des différents métaux.

Acier	1500 à 1600	Fonte blanche	1050 à 1100
Antimoine	532	Zinc	500
Argent	1000	Litharge	950
Bismuth	240 à 250	Or pur	1250
Bronze	900	Platine	2500
Cire	60 à 68	Plomb	320 à 330
Cuivre	1020 à 1200	Scorie d'acier	1345
Étain	225 à 250	Soufre	109
Fer forgé	1500 à 1600	Scorie d'étain	1317
Fonte grise	1100 à 1250	Scorie de puddlage	1430

Prix de certains métaux.

	Fr.		Fr.
Cuivre rouge saumon	2,30	Zinc résidu	0,20
Lingots bruts	2	Métal antifriction (5 fr.)	2,50
Bronze pur	2,30	Antimoine régule	1,90
Étain saumon	2,40	Bronze blanc	1,85
Zinc saumon	0,60		

Bronze blanc.

On allie un fondant pour enlever la crasse de fusion.	Cuivre rouge	23 kg.
	Étain	76 —
	Zinc	833 —
	Régule d'antimoine	38 —
	Plomb	30 —
	Bronze blanc	924 kg.

Métal d'une enveloppe coulée sur un axe en fer.

Cuivre rouge	344	Pour 100,	86 cuivre.
Étain	30	—	7,5 étain.
Zinc	26	—	6,5 zinc.
	400	—	100

Longueur de la chemise	1m,30
Diamètre —	0 ,30
Epaisseur —	0 ,035

Digitized by Google

1° La matière coulée sur l'arbre était chaude. L'arbre a été chauffé au rouge, c'est-à-dire vers 650 à 800° pour brûler tous les corps susceptibles de donner naissance à des gaz qui, en s'échauffant, pouvaient donner lieu à des soufflures ; puis on le laisse refroidir pour amener sa température à 150 et 200°. C'est à cette température que le bronze est coulé.

On a remarqué 31 petites fentes dans divers sens.

2° La dernière enveloppe a été coulée dans la même condition ; mais avec des cannelures tracées dans les deux sens et distantes d'axe en axe de 10 centimètres.

En coulant une enveloppe en bronze sur l'arbre AB dont la longueur

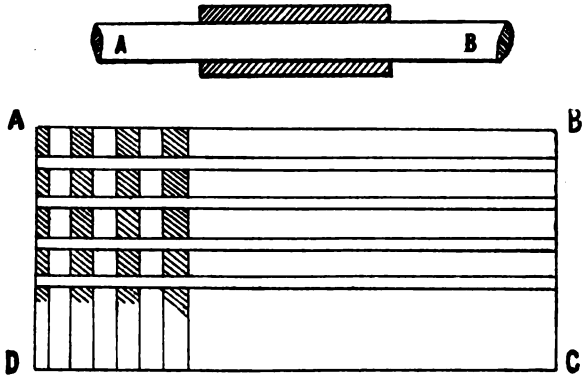


Fig. 273.

est de 3,675, la dilatation produite dans le sens de la longueur après la coulée, soit de 5 millimètres par mètre (la température est de 1 700°.

Couler une chemise d'arbre porte-hélice du « Richelieu ». — La dilatation et la contraction de tous les métaux donnent lieu à des observations qui sont l'objet de diverses appréciations. Le bronze porté à sa plus haute température se dilate de 10 à 12 millimètres par mètre (par expérience), tandis que le fer porté à 500 et 650° se dilate de 5 à 6 millimètres par mètre.

L'arbre sur lequel la chemise en bronze a été coulée a 36 centimètres de diamètre, soit $1^m,10$ approximativement de développement ; la chemise se dilate donc de plus de 12 millimètres ; l'arbre se dilate à peu près de 6 millimètres, dans le sens du diamètre la chemise en bronze augmente de 4 millimètres, l'arbre de 2 millimètres dans le sens de son diamètre également.

Au moment de la coulée, le bronze se contracte et diminue de dia-

Digitized by Google

mètre tandis qu'au contraire l'arbre se dilate ; voilà donc au premier instant deux forces qui se produisent en sens contraire. C'est sous l'action instantanée et simultanée de ces deux forces que les fissures se produisent et que l'eau pénètre entre la chemise et l'arbre.

C'est pour obvier à cet inconvénient que l'on a eu l'idée de pratiquer des cannelures circulaires en queue d'aronde autour de l'arbre et longitudinales espacées d'environ 7 centimètres à 8 centimètres et profonde de 6 à 7 mètres et 2 centimètres de longueur.

Si l'on développe l'arbre ainsi préparé, on obtient un cailliboutis ABCD ayant 1.350 de longueur et 1.130 largeur dont le retrait est de 14 millimètres dans le sens de la longueur. Si on coulait cette plaque à sa plus haute température et si on la rapportait solidement fixée aux 4 coins, il y aura une fente dans chaque direction AB et BC. Or, il est facile de comprendre qu'avec les cannelures les points d'attache sont multipliés et que les effets de contraction n'ont plus lieu que sur des petites fractions de longueurs primitives.

Digitized by Google

ALLIAGES USITÉS DANS LES ATELIERS DE L'ARSENAL DE TOULON	CUIVRE	ÉTAIN	ZINC
Cales de soie de manivelle	84	16	»
Diverses pièces de frottement.	81,5	13	5,5
Cales longues et minces. Soupapes de sûreté pour chaudières.	83	11,5	5,5
Fermelots. Plaques de frottement pour tiroirs. Tiges de détentes. Pièces de grande vitesse. Coussinets. Bagues. Roues dentées. Valves. Presse-étoupe. Tiges de pistons. Noix pour barre de gouvernail. Corps de pompes. Soupapes. Cheminées de pompes à air. Sièges pour soupapes de sûreté. Coulisses pour chariot de gouvernail	85	11	4
Observations. — Cette composition est très bonne pour les pièces de grand frottement direct.			
Manchons d'évacuation. Coquilles. Rouets. Tiges de pompe à air. Chaises pour hélices. Secteurs. Tiges pour soupapes. Robinets. Robinets sous-marins. Brides, complément des robinets sous-marins. Tiges pour pompe de purge continue. Corps de pompe alimentaire. Siège pour chariots. Rouets ou réats. Soupapes et clapets pour pompe de cale. Sièges pour clapets de condenseur. Sièges pour détentes. Buttoirs pour sièges	85	7,5	7,5
Observations. — Machine ordinaire avec laquelle on coule le plus grand nombre de pièces.			
Pièces filetées. Boulons. Aiguillots.	89	5,5	5,5
Observations. — En coulant des tiges avec cette matière on peut les river à froid.			
Plaques armatures. Rondelles pour prise d'eau. Barils	87	7,5	7,5
Diverses pièces très malléables	92	6	2
Rondelles pour tuyautage de vapeur. Pièces à braser (cuivre rouge proprement dit).	97	1	2
Observations. — Cette composition ne peut être diminuée d'aucune manière sans s'exposer à perdre les pièces.			
Hélices	90	10	3
Les hélices sont ordinairement coulées avec mi-partie de vieilles matières prises en magasin et mi-matière composée comme ci-dessus. On peut encore les couler avec la totalité des matières composées. Dans les deux cas les résultats sont identiques sauf qu'en employant le deuxième cas la pièce acquiert un aspect plus satisfaisant.			
Composition par incrustation	92	6	6
— pour les pièces de grand frottement.	82	18	2
— pour les rondelles pour tuyaux de vapeur.	92	»	8

Digitized by Google

	CUIVRE	ÉTAIN	ZINC
Composition pour les bagues pour tuyaux de vapeur	90	8	2
Alliages très durs et cassants (des poulies)	82	18	»
Composition obligatoire.			
Cloches de bord	78	22	»
Lorsque des brides, pièces, collerettes, crépines, calottes tubulaires, tuyaux, seront destinés à être soudés la composition de l'alliage sera modifiée de la manière suivante	92	»	8
Laiton { maximum	»	»	34
Laiton { minimum	66	»	»
Soudures pour braser les tubes :			
Soudure n° 1	1/2	»	1/2
Soudure n° 2	7	»	8
Soudure forte pour braser les tôles d'acier	72	»	28
Soudure forte	3,2	»	2,1
ALLIAGES FIXÉS PAR LES MARCHÉS DES PIÈCES DE BRONZE			
Coussinets de grande bielle sans antifriction. Grain pour crapaudines	84	16	2
Coulisseaux. Coussinets de ligne, d'arbres et autres, sans antifriction. Plaque de frottement. Touches de manivelle. Tiroirs, galets pour détentes, glissières, etc	86	14	2
Boîtes à étoupe. Cadres pour compensateurs. Colliers et chariots d'excentrique. Cylindre de pompe à air. Coussinets portant antifriction. Douille de presse-étoupe. Engrenages. Fourreaux pour piston. Pistons plongeurs. Presse-étoupes. Clapets et sièges de clapets métalliques. Soupapes. Valves. Cylindre et piston de détente. Fermetures d'évacuation à la mer	88	12	2
Hélices. Garnitures de cage. Châssis de remontage. Boîtes pour tuyautage. Boulons. Chapeaux de paliers. Couvercles de pompe en acier. Sièges de clapets en caoutchouc et de buttoirs. Corps de pompe alimentaire et de cale sans frottement métallique. Écrous volants. Garnitures de niveau d'eau. Boîtes d'alimentation. Tiges de piston	90	10	2
Brides pour tuyaux. Crépines. Collerettes. Récipients. Calottes tubulaires pour tuyautage. Tuyaux, etc	94	6	6

Digitized by Google

PORT DE BREST

CHAUFFE MÉTHODIQUE OU RÉGULIÈRE

Dirigée par M. MAGUEUR, Mécanicien-Inspecteur

CONSIDÉRATIONS SUR LA CHAUFFE RÉGULIÈRE

A l'époque où nos bâtiments à vapeur avaient leurs chaudières groupées dans une chaufferie unique, on éprouvait parfois de sérieuses difficultés à diriger la chauffe dès que celle-ci devenait plus active. Cette difficulté augmentait encore lorsque, dans les mêmes conditions, le nombre de chaudières employées devenait plus grand.

Qui n'a encore présent à la mémoire les entraînements d'eau et les transvasements auxquels les irrégularités de chauffage donnaient lieu ?

Cet état de choses s'accentua davantage lorsque nos bâtiments eurent leurs chaudières réparties dans des chaufferies isolées les unes des autres, et que chacune d'elles fut dirigée par un chef distinct.

La conduite générale de la chauffe devint d'autant plus difficile que le nombre de chauffeurs était plus grand.

Les chefs de feu n'avaient qu'un guide : la pression à maintenir dans leur chaufferie ; les chauffeurs, une règle : l'uniformité de la couche de charbon sur les grilles de leurs foyers, et celles-ci aussi propres que possible.

Or, d'une part, si l'on remarque que toutes les chaudières en activité sont en communication par leur tuyautage de vapeur, on reconnaît que la pression indiquée par les manomètres peut être très sensiblement la même dans les chaufferies, pendant la marche, sans que pour cela la production de vapeur, c'est-à-dire la combustion du charbon, ait la même activité dans chacune d'elles. Il en résultait donc, indépendamment des inconvénients indiqués ci-avant, des variations parfois considérables dans la consommation de charbon effectuée par chacune des chaufferies employées, et par conséquent une irrégularité de travail dans les chaudières en activité.

D'autre part, un foyer brûlait d'autant plus de charbon que le chauffeur qui le conduisait était plus habile, parce que ses feux étant plus clairs, le charbon brûlait mieux et plus vite que dans les autres foyers où la grille n'était pas aussi propre. Il était donc obligé de

Digitized by Google

renouveler plus souvent la charge de son foyer. Ainsi non seulement les chaudières situées dans des chaufferies différentes travaillaient inégalement, mais cette irrégularité de travail se retrouvait dans les foyers d'une même chaudière.

Plusieurs personnes, et non des moins autorisées, ont même attribué certains accidents de foyers, qui se sont produits sans cause nettement déterminée, à des combustions très actives, exagérées, effectuées dans ces foyers, alors que la consommation *moyenne* par m² de grille de tous les foyers en activité était restée dans des conditions absolument normales.

Ces irrégularités de chauffage, que l'habileté d'un chef de feu pouvait atténuer dans une chaufferie unique, étaient fréquentes dans les chaufferies séparées où les chefs de feu n'avaient toujours qu'un guide : la pression.

L'un de nos officiers généraux des plus distingués comparait cette manière de chauffer à un orchestre où les instruments seraient accordés dans le même ton, mais où les musiciens, séparés les uns des autres en se tournant le dos joueraient chacun avec une mesure différente.

Pour éviter les inconvénients et même les dangers qui pouvaient être la conséquence des irrégularités de chauffage avec une combustion active, on adopta, en service ordinaire, la combustion modérée, et l'on alluma un plus grand nombre de chaudières que celui qui eût été suffisant pour l'allure maximum à tenir pendant la marche. On put ainsi naviguer en toute sécurité, mais la valeur professionnelle des chauffeurs ainsi que leur endurance s'en ressentirent. Les essais trimestriels effectués par les machines des bâtiments de nos escadres, aux 0, 75 de leur puissance, avec tous les feux allumés, ont une durée trop courte (3 heures environ) pour pouvoir apprécier la valeur de nos chauffeurs ainsi que leur endurance, même à cette allure. Ces épreuves ne peuvent que donner une appréciation de l'état de fonctionnement des machines.

L'introduction, dans le service de la flotte, de puissants appareils multitubulaires a ramené l'attention sur l'importante question du chauffage. Avec les chaudières à grand réservoir d'eau employées jusqu'ici, les variations de pression étaient assez lentes. La grande masse d'eau qu'elles contenaient formait volant de chaleur. Mais il n'en est plus de même avec les générateurs multitubulaires à faible volume d'eau et à petite chambre de combustion où les irrégularités de chauffage déterminent des variations rapides de pression et où une chauffe mal réglée conduit à la production des panaches de flamme et au rougissement des cheminées. Aussi les personnes qui, dans les essais de bâtiments pourvus de générateurs de types variés, se sont trouvées aux prises avec les difficultés de conduite des chaufferies, se sont-elles appliquées à rechercher le mode de chauffage qui permettait d'éviter tous les inconvénients indiqués ci-avant. A Brest notam-

Digitized by Google

ment, on a adopté le procédé employé d'abord par Thonrycroft sur ses torpilleurs, puis par nos ingénieurs ainsi que par les fournisseurs de chaudières dans les essais de bâtiments, procédé dérivé, du reste, de la chauffe méthodique de l'amiral Labrousse, et s'est-on efforcé de le faire sortir du cercle restreint des essais en généralisant son emploi dans la navigation à l'aide de moyens aussi simples que possible et d'une application facile.

Les bâtiments sur lesquels ce genre de chauffage, désigné indifféremment sous le nom de chauffe méthodique ou de chauffe régulière, a été employé à l'exclusion de tout autre depuis une année environ, sont les suivants :

Jemmapes . . .	Chaudières	d'Allest.
Friant.	—	Collet.
Dupuy-de-Lôme.	—	type Amirauté (foyers Fox).
Hoche.	—	Id. (foyers lisses).
Valmy.	—	d'Allest.
Tourville . . .	—	prismatiques ($2^{kg},250$).
Fabert.	—	— —
Epervier. . . .	—	type Amirauté.
Lance	—	—

Les trois premiers de ces bâtiments ont effectué tous leurs essais, y compris l'essai de 24 heures, et des marches à allures variées ; le *Hoche* a fait un essai de fonctionnement à 8000 chevaux, chauffage en vase clos, et des variations d'allures, avec son personnel presque entièrement composé de chauffeurs nouveaux.

Le *Valmy* est en cours d'essais.

Le *Tourville* a procédé à son essai annuel de 24 heures, en route libre, avec un personnel composé, pour la plus grande partie de chauffeurs auxiliaires et d'apprentis chauffeurs.

Le *Fabert*, l'*Epervier* et la *Lance* ont eu aussi à effectuer chacun un essai de bon fonctionnement après réparations, et la chauffe à bord des deux derniers était conduite par le personnel du bord. Le résultat a toujours été des plus satisfaisants, et à l'exception du *Friant* où des modifications diverses ont dû être apportées aux foyers, aucun essai n'a eu besoin d'être recommencé.

Les bâtiments dont les noms suivent ont effectué leurs essais à Brest pendant l'année 1893 et au commencement de l'année 1894. Les observations auxquelles ces essais ont donné lieu, en ce qui intéresse la chauffe, sont consignées à la suite de chacun d'eux :

Segond	Entraînements d'eau.
Drôme.	Id.
Naïade	Id.
Nielly.	Id.
R. de Genouilly.	Difficultés de chauffage.

Digitized by Google

Fulminant . . .	Entraînements d'eau.
Dupuy-de-Lôme.	Déformation de foyers. Deux affaissements.
Isly	Bon résultat. Chauffe méthodique.
Eclaireur . . .	Entraînements d'eau.
Voltigeur. . . .	Difficultés de chauffage.
Coëtlogon . . .	Bon résultat. Chauffe méthodique.
Duquesne . . .	Entraînements d'eau.
Tourville. . . .	Id.

APPLICATION DE LA CHAUFFE RÉGULIÈRE

La chauffe *régulière*, appelée aussi chauffe *méthodique*, a pour but d'arriver à une production de vapeur aussi uniforme que possible, et de faire travailler également non seulement toutes les parties d'une même chaudière, mais aussi toutes les chaudières en activité.

Le principe fondamental de cette chauffe est le suivant : Faire brûler par chaque foyer en activité la même quantité de charbon dans le même temps[1].

Ainsi qu'on le verra plus loin, la chauffe régulière présente assez d'élasticité dans son application pour satisfaire largement aux divers cas qui peuvent se présenter dans la navigation, soit en route libre, soit en escadre pendant les évolutions, soit avec des charbons de qualités différentes, soit enfin pendant les opérations de décrassage des grilles ou de ramonage des chaudières.

Elle ne diffère de la chauffe employée actuellement sur nos bâtiments que parce qu'elle en régularise les diverses opérations pratiques, notamment le chargement des foyers, au lieu de les laisser à l'initiative des chauffeurs. La valeur professionnelle de ceux-ci n'en sera nullement diminuée ; elle sera mieux employée au plus grand profit de la répartition de leur travail, c'est-à-dire de leur fatigue et de l'utilisation du combustible.

Indépendamment de l'outillage ordinaire, la chauffe régulière nécessite :

1° Une horloge à cadran par chaufferie ;

2° Des cadrans mobiles, en tôle mince ou en zinc, portant au recto et au verso des divisions égales de la circonférence, dont le nombre est variable avec les diverses allures. Ces cadrans, ayant la forme de rondelles, sont ajustés sur la boîte de l'horloge. Chacun d'eux porte un numéro de repère dit numéro de chauffe et le nombre de pelletées de charbon par charge. Ils sont accrochés à un clou dans la chaufferie. Lorsqu'une nouvelle chauffe est ordonnée, le chef de feu prend le

[1] Il serait plus exact de dire : Faire produire à chaque foyer la même quantité de chaleur dans le même temps, mais la première définition semble mieux résumer les opérations pratiques de cette chauffe.

Digitized by Google

cadran mobile qui porte le numéro de cette chauffe et le met à la place de celui qui était sur l'horloge ;

3° Enfin un tableau dit *tableau de chauffe*, affiché dans un endroit apparent de la chambre des machines, et à l'aide duquel le chef de quart indiquera aux chaufferies, quand cela sera nécessaire, le numéro de chauffe qui doit remplacer celui qui aura été suivi jusque-là.

On verra plus loin comment on dresse ce tableau. Son établissement ne présente aucune difficulté et peut être fait rapidement.

CHARGEMENT RÉGULIER DES FOYERS

Mesurage du charbon. — Pour les essais de machines, on mesure la consommation de charbon à l'aide de sacs pesant en moyenne 50 kilogrammes.

Dans tous les autres cas on effectue ce mesurage :

1° A l'aide des demi-hectolitres qui servent à vider les escarbilles (lorsque la disposition des chaufferies, celle des parquets de chauffe et des portes de soutes le permettent) ;

2° A l'aide de briquettes, lorsque celles-ci sont entières, et que l'on emploie une même qualité de charbon ;

3° Au moyen de pelletées de charbon.

C'est ce dernier procédé que l'on emploie le plus souvent dans la chauffe régulière.

Pour que le poids de la pelletée de charbon conserve sensiblement la même valeur, il importe d'avoir devant chaque foyer un approvisionnement de combustible deux fois plus grand environ que la quantité nécessaire à une charge. *On doit en outre tenir la main à ce que le charbon soit cassé en morceaux de la grosseur du poing.* Dans la pratique, le poids moyen de la pelletée de charbon vaut de 5 kilogrammes à $5^{kg},500$. Il suffit de le déterminer d'une manière approchée pour l'établissement du tableau de chauffe, car il n'a rien d'absolu, puisque c'est le nombre de pelletées que l'on considère, que chaque foyer doit en brûler la même quantité, et que l'on sera tout simplement conduit dans l'application à diminuer de un le nombre de pelletées à toutes les charges ou à toutes les secondes charges, si ce nombre est trop fort, ou à l'augmenter de la même quantité, et de la même manière, s'il est trop faible.

Nombre de pelletées par charge. Intervalles entre les charges. — Le nombre de pelletées de charbon par charge devra être choisi d'après l'allure à tenir, et l'activité du tirage, de telle sorte que la charge ne refroidisse pas trop le fourneau et que les éléments gazeux du combustible puissent être brûlés aussi complètement que possible.

Dans les intervalles de temps à établir entre les charges, on devra tenir compte de la fatigue qu'éprouverait le personnel si les intervalles

Digitized by Google

de temps étaient trop rapprochés, et du temps matériel nécessaire au chargement des foyers.

On emploie trois procédés que l'on peut résumer ainsi :

1° Intervalles de temps constants entre les charges avec charges variables (nombre de pelletées de charbon) selon les allures ;

2° Charges constantes (nombre de pelletées de charbon) avec intervalles de temps variables selon les allures ;

3° En combinant ensemble les deux procédés ci-dessus.

Il semble établi, dès à présent, que le premier et le troisième procédés conviennent aux chaudières à grand réservoir d'eau ; le nombre de pelletées de charbon par charge variant de 5 à 10 selon l'allure (5 pelletées pour les marches ordinaires).

Pour les générateurs multitubulaires, à faible réservoir d'eau et à petite chambre de combustion, la charge constante de trois pelletées de charbon est celle qui a donné les meilleurs résultats. Les intervalles de temps entre les charges varient selon les allures employées.

Une pratique de quelque durée permettra seule de choisir entre ces procédés celui qui conviendra le mieux à chaque système de générateur.

Ordre dans lequel on doit opérer le chargement des foyers. — Ici encore, il n'y a rien d'absolu dans la manière de procéder. Il suffit que le chargement des foyers soit fait avec régularité. C'est de la pratique et de l'expérience qu'il faut attendre les règles qui conviendront le mieux à chaque système de générateur.

Voici comment on a opéré sur plusieurs bâtiments.

Dans chaque chaufferie les portes de foyers sont numérotées 1, 2, 1, 2... en partant de l'une des extrémités de la chaufferie (numéros pairs et numéros impairs).

Dans les chauffes au tirage naturel, un chauffeur peut conduire deux foyers (ou deux portes de foyers dans les appareils multitubulaires où chaque générateur n'a qu'un seul plan de grille).

Pour les chauffes au tirage forcé ou activé, il faut un chauffeur par foyer (ou par porte de foyer dans les appareils multitubulaires).

Les deux chauffeurs qui ont les foyers voisins s'entr'aident mutuellement. Quand l'un d'eux charge son foyer, l'autre en manœuvre la porte, l'ouvrant au moment où le premier jette une pelletée de charbon sur la grille et la refermant aussitôt pour la rouvrir et la refermer à chaque nouvelle pelletée jusqu'à ce que les pelletées formant la charge aient été jetées dans le foyer.

Le chauffeur doit s'appliquer à charger rapidement son foyer, mais sans précipitation, en s'efforçant comme d'habitude de maintenir la couche de charbon uniforme, et, bien entendu, sans laisser de parties de grille à nu. Supposons que le numéro de chauffe employé indique 6 charges par heure (soit dix minutes d'intervalle entre les charges) et 5 pelletées de charbon par charge.

Digitized by Google

Lorsque l'aiguille de l'horloge arrivera en regard de chacune des divisions du cadran mobile, le chef de feu commandera : Chargez numéros 1. Le chauffeur qui conduit le premier numéro 1 chargera d'abord son foyer, ainsi qu'il est dit ci-avant ; le chauffeur qui a le second numéro 1 chargera ensuite, puis ce sera le tour du troisième numéro 1, et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les numéros 1 aient été chargés. Cette opération doit être faite dans la moitié de l'intervalle de temps compris entre deux charges consécutives (soit dans cinq minutes). Lorsque l'aiguille de l'horloge arrivera à mi-distance de chacune des divisions du cadran mobile, c'est-à-dire cinq minutes après le commencement de la charge du premier numéro 1, le chef de feu commandera : Chargez numéros 2, et les foyers numéros 2 seront chargés de la même manière que les numéros 1.

Dans les générateurs Belleville on emploie très souvent, et avec succès, le procédé suivant : au commandement de Chargez ! on commence par charger le premier foyer, puis l'on passe au second, ensuite au troisième ; et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les foyers de la chaufferie aient été chargés. Deux chauffeurs seulement sont employés à cette opération ; l'un manœuvre la porte de chaque foyer, l'autre charge. On les remplace quand ils sont fatigués. Le chargement doit être opéré dans l'intervalle de temps compris entre deux charges. La charge reste constante. On modifie l'intervalle entre les charges selon l'allure que l'on tient.

Ce mode de chargement des foyers peut être employé avec les chaudières Collet (Brevet Niclausse), mais il ne saurait être recommandé pour les générateurs d'Allest à cause de la chambre de combustion qui est commune aux deux chaudières d'un même groupe. Il est préférable, ici, de charger par numéros pairs et par numéros impairs, en alternant.

Dans les grandes chaufferies, et dans les chaufferies uniques, on devra repartir les chaudières en deux ou quatre groupes que l'on considérera comme des chaufferies séparées.

Exemple. — Le *Tourville* a un appareil évaporatoire composé de 12 corps de chaudières, à 4 foyers par corps, répartis en nombre égal dans deux chaufferies longitudinales situées dans le prolongement l'une de l'autre. Chaque chaufferie a été divisée en deux groupes (chaudières T^d, chaudières B^d, en tout quatre groupes) et dans chacune d'elles une horloge a été placée contre la cloison transversale de séparation des deux chaufferies.

CONDUITE DES FEUX

Le principe fondamental de toute chauffe régulière étant de faire travailler également tous les foyers en activité, on devra tenir la main

Digitized by Google

à ce que chacun d'eux brûle la même quantité de charbon dans le même temps.

En dehors de cette règle, rien n'est à modifier dans le travail des feux tel qu'on l'a fait jusqu'ici. L'épaisseur de la couche de charbon devra varier avec l'activité de la combustion. Elle devra être plus faible dans les générateurs multitubulaires à petite chambre de combustion que dans les appareils à grand réservoir d'eau. Il faudra s'appliquer à la maintenir uniforme et à tenir la grille aussi propre que possible par les procédés usuels. C'est-à-dire qu'on emploiera la lance pour décoller le mâchefer, et pour casser la croûte que forment certains charbons; le crochet, pour maintenir le vide des grilles, et le rouable pour ramener les gâteaux de mâchefer et pour régulariser l'épaisseur de la couche de charbon; mais dans ce dernier cas, il faut s'en servir avec intelligence, et non bouleverser de fond en comble tout le charbon qui est sur la grille en troublant ainsi la combustion qui était en train de se faire.

Maintenir l'égalité de combustion. — Si des foyers placés à l'appel des cheminées ou sur le débouché d'un ventilateur brûlent plus de charbon que les autres, il faudra les ramener à l'égalité de combustion en fermant plus ou moins leurs portes de cendriers.

Charbons de qualités différentes. — De même, si l'on a à brûler un charbon d'une qualité différente de celui qui a servi à établir le tableau de chauffe, on devra augmenter ou diminuer le nombre de pelletées par charge, ou modifier les intervalles entre les charges, jusqu'à ce que l'on ait obtenu la consommation régulière qui convient à l'allure que l'on doit tenir. On notera ces modifications sur le tableau de chauffe afin de n'avoir plus à recommencer ces tâtonnements lorsque l'on emploiera de nouveau ces combustibles.

Si le charbon fourni dans une chaufferie par une soute, celle de T^d par exemple, est moins bon que celui fourni par la soute de B^d, on alimentera les foyers de T^d avec le charbon de la soute T^d, et ceux de B^d avec le charbon de la soute B^d, en employant pour chaque côté de la chaufferie les moyens indiqués ci-dessus, c'est-à-dire en augmentant le nombre de pelletées par charge des foyers situés à T^d. Dans tous les cas, si c'est nécessaire, manœuvrer les portes de cendriers, et au besoin faire varier l'allure des ventilateurs.

Numéro de chauffe trop fort. Couche de charbon trop forte. — Si le numéro de chauffe employé est trop fort, c'est-à-dire s'il donne une pression plus forte que celle que l'on doit tenir, le chef des chaufferies fera diminuer de une pelletée la charge de tous les foyers on augmentera l'intervalle entre les charges tout en modifiant momentanément, plus ou moins, l'ouverture des portes de cendriers. Dans ces conditions, l'augmentation de l'épaisseur de la couche de

Digitized by Google

charbon sur la grille sera aussi un indice que la charge est trop forte.

Numéro de chauffage trop faible. — Si au contraire le numéro de chauffe était trop faible, c'est-à-dire si l'épaisseur de la couche de charbon allait en diminuant, en même temps que la pression baisserait, ou aurait seulement une tendance à baisser, ce serait l'indice que la charge est trop faible, et le chef des chaufferies la ferait augmenter de une pelletée par charge dans tous les foyers, en ferait diminuer l'intervalle entre les charges.

Couche de charbon trop faible. — Si l'on a laissé tomber par trop l'épaisseur de la couche, le chef des chaufferies la fera rétablir en augmentant les charges de une pelletée, et au besoin, en rapprochant momentanément les intervalles de charge jusqu'à ce que le régime de marche soit bien rétabli. Il importe que ces opérations soient faites sans à-coups.

Il arrive parfois dans la pratique que l'augmentation ou la diminution de une pelletée par charge ne correspond pas exactement à l'allure que l'on tient. Dans ce cas, il faut n'opérer cette augmentation ou cette diminution que toutes les secondes ou toutes les troisièmes charges. (On peut au besoin les espacer davantage.) Mais comme cette modification est applicable à tous les foyers en activité, c'est le chef des chaufferies qui doit l'ordonner.

Contrôle du chef des chaufferies. — Le chef des chaufferies doit s'assurer fréquemment que la consommation de charbon effectuée dans chaque chaufferie est conforme au numéro de chauffe employé et aux instructions qu'il a données. A cet effet, dans chaque chaufferie, les chefs de feu doivent inscrire sur un tableau noir, ou plus simplement sur l'une des cloisons de la chaufferie, toutes les charges au fur et à mesure qu'elles sont faites, et en les totalisant heure par heure.

Ramonage et décrassage. — Les dispositions à prendre pour le ramonage des tubes et le décrassage des grilles sont les mêmes que celles suivies habituellement. Pour que la production de vapeur reste la même, il faudra repartir également entre les foyers en pleine activité de la chaufferie les pelletées de charbon qui auraient constitué les charges de la chaudière que l'on ramone ou celles du foyer dont on laisse tomber les feux pour le décrasser.

Il arrive parfois que l'inhabileté des chauffeurs ne permet pas d'opérer le décrassage des foyers selon les règles habituelles de la pratique. Ce cas s'est présenté pendant le dernier essai de vingt-quatre heures du *Tourville*. Voici comment on procéda : on choisit six chauffeurs parmi les plus habiles et les plus robustes, et on leur donna comme service le décrassage des feux. Chacun d'eux devait

Digitized by Google

décrasser quatre foyers par quart (quart de six heures). Il pouvait ensuite aller se reposer jusqu'au quart suivant.

MARCHE EN ROUTE LIBRE

Si le bâtiment marche en route libre on connaît la consommation par heure ou par vingt-quatre heures que l'on ne doit pas dépasser, ou le nombre de tours que doit donner la machine, et l'on fixe sur les horloges des chaufferies le cadran mobile qui porte le numéro de chauffe qui correspond à cette consommation ou à cette allure.

Dans les deux cas, on commence la chauffe régulière dès que l'appareillage est terminé et que l'on a mis en route.

Dans le cas où la consommation est donnée, la machine tourne à la demande de la vapeur produite par les chaudières.

Si c'est le nombre de tours qui est donné, on règle la chauffe pour cette allure en agissant comme il a été dit ci-avant dans le cas où le numéro de chauffe serait trop fort ou trop faible.

ÉVOLUTIONS

En général, dans les évolutions d'escadre, les bâtiments reçoivent l'ordre d'allumer le nombre de chaudières nécessaires pour pouvoir marcher entre deux limites du nombre de tours du bâtiment amiral (par exemple entre 35 et 45 tours d'hélice du *Formidable*, soit entre 7 et 9 nœuds). (Les croiseurs ont un écart plus grand entre les limites de leurs allures.) Dans ces conditions, la chauffe a lieu forcément à feux retenus, c'est-à-dire avec les portes des cendriers plus ou moins ouvertes.

L'allure normale étant donnée par l'amiral, on fixe le numéro de chauffe correspondant sur les horloges, et l'on règle la chauffe d'après le nombre de tours, ainsi qu'il a été dit.

Gagner quelques secondes. — Si la machine reçoit l'ordre de gagner 20 secondes, par exemple, le chef de quart, en même temps qu'il règle sa machine, donne l'ordre aux chaufferies, par le porte-voix, de gagner 4 ou 5 minutes. (D'une manière générale, le nombre de minutes que son expérience lui permettra de fixer, ce qui voudra dire de rapprocher la prochaine charge de ce nombre de minutes. Les chefs de feu feront tourner le cadran mobile du nombre de minutes indiqué, en allant de droite à gauche, et feront charger lorsque l'aiguille arrivera en regard de la division du cadran, puis on continuera à charger avec les mêmes intervalles qu'auparavant. Entre temps on aura manœuvré les portes de cendriers, si elles n'étaient pas ouvertes en grand, ce qui est le cas le plus général dans les évolutions

Digitized by Google

Perdre quelques secondes. — Si la machine reçoit l'ordre de perdre 10 secondes, par exemple, le chef de quart donnera l'ordre aux chaufferies (par le porte-voix) de perdre 2 ou 3 minutes (ou un nombre de minutes que son expérience lui permettra d'indiquer). Les chefs de feu feront tourner le cadran mobile, en allant de gauche à droite, de 2 ou 3 minutes (ou du nombre indiqué), c'est-à-dire en augmentant de ce nombre de minutes l'intervalle de la première charge, et il n'y aura rien de changé aux intervalles suivants. Par ailleurs, ils auront, au besoin, fait manœuvrer les portes de cendriers.

Augmenter ou diminuer l'allure de quelques tours. — Si la machine reçoit l'ordre d'augmenter ou de diminuer l'allure de quelques tours, le chef de quart donnera l'ordre aux chaufferies d'ajouter ou de retrancher une pelletée par charge ou par seconde charge, selon son appréciation. Si la nouvelle allure devait être de quelque durée, il ferait prendre le numéro de chauffe qui y correspond.

Augmentation considérable du nombre de tours. — Si l'augmentation du nombre de tours est considérable, le chef de quart donne l'ordre aux chaufferies de prendre le numéro de chauffe correspondant à la nouvelle allure, et d'y arriver progressivement, c'est-à-dire en ajoutant une pelletée à chaque nouvelle charge, jusqu'à ce que l'on ait atteint le nombre de pelletées du nouveau numéro de chauffe et au besoin en rapprochant les intervalles entre les charges. Exemple : le premier numéro de chauffe était de 6 charges par heure, avec 4 pelletées par charge. Le numéro de chauffe actuel indique 7 charges par heure avec 6 pelletées par charge. On diminuera de une minute l'intervalle de la première charge (qui était de dix minutes avec le premier numéro de chauffe) et l'on chargera 5 pelletées par foyer. On rapprochera encore de une demi-minute l'intervalle de temps de la charge suivante (ce qui ramènera l'intervalle de temps à huit minutes et demie et l'on chargera 6 pelletées par foyer puis à partir de ce moment on suivra les divisions du cadran mobile (avec 6 pelletées par charge et 7 charges par heure).

Il va de soi que, dès le début, ou aura augmenté l'activité de la combustion en ouvrant plus ou moins les portes de cendriers, et que dans les machines on augmentera peu à peu le nombre de tours à la demande de la vapeur fournie par les chaudières.

On ne doit pas perdre de vue que toute augmentatien considérable du nombre de tours opérée brusquement peut déterminer des entrainements d'eau, surtout dans les appareils multitubulaires et dans ceux à petit réservoir de vapeur.

Diminution considérable du nombre de tours. — Si la diminution du nombre de tours est considérable, le chef de quart donne l'ordre aux chaufferies de laisser tomber l'activité des feux pour prendre le

Digitized by Google

nouveau numéro de chauffe. On ferme les cendriers ; au besoin on ralentit les ventilateurs, et l'on ne commence à charger avec le nouveau numéro de chauffe que lorsque l'on est obligé d'entr'ouvrir les portes des cendriers pour maintenir la pression. Dans la machine on règle à la nouvelle allure. S'il y a trop de vapeur, on évacue le trop-plein aux condenseurs.

Les indications qui précèdent s'appliquent aux chaudières à grand réservoir d'eau. Pour les appareils multitubulaires, la charge restant constante, c'est sur l'intervalle des charges qu'il faut agir.

Montée en pression. — Toute montée en pression ou toute augmentation dans la production de vapeur doit se faire sans à-coups, en rapprochant progressivement l'intervalle des charges dans les appareils multitubulaires ou en augmentent de la même manière les charges dans les chaudières à grand réservoir d'eau.

Abaissement de la pression. — De même, toute diminution dans la pression ou dans la production de vapeur doit se faire progressivement en augmentant l'intervalle des charges ou en diminuant progressivement celles-ci selon que les générateurs sont multitubulaires ou à grand réservoir d'eau.

On peut voir, d'après tout ce qui vient d'être dit, que la chauffe régulière ou méthodique, établit l'ordre des diverses opérations que l'on effectue habituellement dans la conduite des feux, sans modifier en rien la manière dont ces opérations sont effectuées, sauf en ce qui a trait au chargement des foyers et à l'ordre dans lequel on doit l'opérer. Lorsque l'on se sera familiarisé avec cette manière de chauffer, on la trouvera plus facile et bien moins fatigante que la chauffe actuelle, et alors, avec l'expérience que l'on aura acquise dans son emploi, on pourra établir des règles fermes, précises, en un mot un guide de la chauffe, au lieu des simples indications qui viennent d'être données.

PRÉPARATION DE LA CHAUFFE RÉGULIÈRE

ÉTABLISSEMENT DU TABLEAU DE CHAUFFE

Extrait du tableau-type.

Colonnes A, B, C. — Ecrire dans ces colonnes les nombres correspondants inscrits dans le tableau type des consommations. (Registre descriptif, page 28.)

Colonne D. — Inscrire dans cette colonne les nombres de la colonne C

Digitized by Google

augmentés de la consommation par heure, faite à la mer, par les machines auxiliaires.

Tableau de chauffe.

Colonne E. — Inscrire dans cette colonne les repères ou numéros de chauffe.

Colonnes F et G. — Inscrire dans ces colonnes les nombres de pelletées par charge et le nombre de charges par heure et par foyer en se rappelant ce qui a été dit ci-avant à ce sujet.

Colonne H. — Inscrire dans cette colonne le résultat que l'on obtient en multipliant le produit des nombres correspondants des colonnes F et G par 5 kilogrammes (poids approximatif de la pelletée de charbon).

Exemple : chauffe n° 1. . . $3 \times 6 \times 5$ kg. = 90 kilogr.

Colonne I. — Inscrire dans cette colonne le produit de chacun des nombres de la colonne H par le nombre de foyers d'une chaudière (3, dans le cas considéré).

Colonne K. — Diviser chacun des nombres de la colonne H par la surface de grille d'un foyer, et écrire le quotient dans la colonne K en regard du dividende employé.

Barême de chauffe.

Ce barême a été établi afin de faciliter l'application immédiate de la chauffe régulière aux divers cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

Colonnes A et B. — Les nombres inscrits dans ces colonnes sont les mêmes que ceux des colonnes A, B de l'extrait du tableau-type.

Colonne M. — En divisant successivement chacun des nombres de la colonne D par 8, on voit que jusque y compris l'allure de 8 nœuds tous les quotients obtenus sont plus petits que 270 (colonne 1), c'est-à-dire que la consommation par M^2 de grille-heure est inférieure à 40 kilogrammes, point de départ du tableau de chauffe. Pour l'allure de $8^n,5$, en divisant 2379 par 8, on trouve 297, qui représente très sensiblement une combustion de 40 kilogrammes par M^2 de grille-heure. Le numéro de chauffe correspondant étant 1, on inscrit ce nombre dans la colonne M en regard de l'allure de $8^n,5$. En continuant à diviser les nombres de la colonne D par 8, et en agissant comme il vient d'être dit, on aura les numéros de chauffe à inscrire en regard de toutes les allures avec 8 chaudières (colonne M).

Pour obtenir les nombres à inscrire dans la colonne N (7 chau-

Digitized by Google

dières), on divisera successivement par 7 tous les nombres de la colonne D. On cherchera dans la colonne I le nombre qui se rapprochera le plus de chacun des quotients obtenus, et en regard de ce nombre, on trouvera dans la colonne E le numéro de chauffe correspondant. On agirait de même pour toutes les autres colonnes du barême.

Dans l'établissement du tableau de chauffe on a considéré que pour toutes les combustions inférieures à 40 kilogrammes par M² de grille-heure, c'est-à-dire avec les portes des cendriers presque totalement fermées, et par conséquent dans des conditions se rapprochant de la distillation du combustible, il était inutile d'établir des numéros de chauffe, et qu'il suffisait de se rapprocher de la chauffe régulière en chargeant également, autant que possible, tous les foyers en activité.

Il serait facile, au surplus, d'établir des numéros de chauffe inférieurs.

Parmi les questions que le tableau de chauffe et le barême de chauffe permettent de résoudre rapidement, il en est qui se présentent très fréquemment dans la navigation.

1° On doit faire une traversée à 10 nœuds. Combien faut-il allumer de chaudières si l'on ne veut pas brûler plus de 70 kilogrammes de charbon par M² de grille-heure ?

Solution. — On cherchera dans la colonne K du tableau de chauffe le nombre 70. Ce nombre ne s'y trouvant pas, on prendra le nombre inférieur qui s'en rapproche le plus. Ici, c'est 69 qui correspond à la chauffe n° 3 (colonne E).

On cherchera ensuite le nombre 10 dans la colonne A (vitesse en nœuds) du barême de chauffe, puis en suivant la ligne horizontale qui part de ce nombre on trouvera le nombre 3 dans la colonne N relative aux différentes allures avec 7 chaudières.

La réponse est donc : 7 chaudières.

2° On veut ne pas dépenser plus de 80 tonneaux de charbon par jour. Quelle allure devra-t-on prendre, et combien de chaudières faudra-t-il allumer si l'on ne veut pas brûler plus de 85 kilogrammes de charbon par M² de grille-heure ?

Solution. — La consommation par heure sera égale à $\frac{80\,000^k}{24} = 3\,333^k$.

En cherchant dans la colonne D le nombre qui se rapproche le plus de 3 333 kilogrammes on trouve 3 270 kilogrammes qui correspond à une allure de 10 nœuds. En cherchant le nombre 85 kilogrammes dans la colonne K du tableau de chauffe, on trouvera le nombre 83 kilogrammes qui s'en rapproche le plus et qui a pour numéro de chauffe 4. Il ne reste plus qu'à entrer dans le barême avec les deux nombres 10 nœuds et 4 nœuds. On cherchera le nombre 10 dans la colonne A (vitesse en nœuds) et en suivant la ligne horizontale qui

Digitized by Google

part de ce nombre on trouvera le nombre 4 dans la colonne O relative aux diverses allures à 6 chaudières.

La réponse est donc : 10 nœuds et 6 chaudières.

3° On a 4 chaudières allumées et l'on marche à 7 nœuds. Quel numéro de chauffe devra-t-on employer pour marcher à $9^{n},5$, et quelle sera la consommation de charbon par vingt-quatre heures à cette nouvelle allure?

Solution. — Le nombre 6 placé à l'intersection de la ligne horizontale qui part du nombre $9^{n},5$ (colonne A du barême) avec la ligne verticale qui part du nombre 4 répond à la première question.

Pour trouver la consommation par heure, il suffira de chercher le numéro 6 dans la colonne E du tableau de chauffe, puis de suivre la ligne horizontale qui part de ce numéro jusqu'à ce que l'on se trouve dans la colonne 1. Le nombre 735 kilogrammes représentera la consommation par heure et par chaudière. Le produit $735^{k} \times 4^{ch} \times 24^{h} = 70\,560^{k}$ répondra à la seconde question.

Pour les bâtiments neufs qui n'ont pas encore à leur disposition le registre descriptif de leurs machines, et qui ne possèdent pas, par suite, le tableau-type des consommations, on peut, en attendant que ledit tableau soit achevé, établir un tableau provisoire de ces consommations de la manière suivante, qui n'est au surplus que l'application des errements suivis jusqu'en 1890.

Si V représente la vitesse maxima aux essais,
C la consommation correspondant en kilogr. par heure, aux essais,
$C' = C \times 1,1$ sera la consommation en service allouée pour la vitesse V,

On prendra :

Pour la	grande vitesse en service		$Vg = 0,90$ de V.
—	moyenne vitesse	—	$Vm = 0,75$ de V.
—	petite vitesse	—	$Vp = 0,60$ de V.

Pour les consommations correspondantes, on prendra :

Pour Vg	$Cg = 0,75$ de C'.
— Vm.	$Cm = 0,45$ de C'.
— Vp	$Cp = 0,25$ de C'.

On procédera ensuite de la manière suivante :

Tracer deux axes rectangulaires OX, OY. Sur OX porter les nombres de tours à une échelle quelconque, par exemple à 1 millimètre par tour. $Op = 120$ millimètres représentera le nombre de tours correspondant à la vitesse maximum V.

Mener pr perpendiculaire sur OX.

Digitized by Google

Sur OY porter les vitesses de demi-nœud en demi-nœud à partir de 0 (échelle quelconque, par exemple 10 millimètres par nœud). O*m* représentera la vitesse maximum. Mener *mn* parallèle à *ox*, et joindre *on*. On représentera la loi des vitesses.

Porter sur *pr* la consommation en service $c' = 5\,000$ kilogrammes à une échelle quelconque, par exemple $0^{mm},02$ par kilogramme de charbon, soit *pp'* cette consommation.

Prendre *of*, *og*, *oh* respectivement égales aux *o*, *q* de *op*, aux 0,75 de

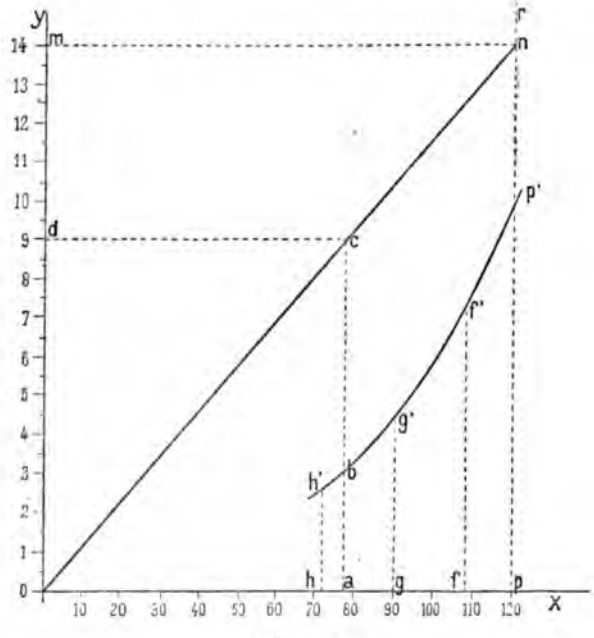


Fig. 274.

op, aux 0,6 de *op*, et par ces points mener des perpendiculaires à OX. Porter ensuite à partir du point *f*, $ff' = 0,75$ de *pp'* ; puis à partir du point *g*, $gg' = 0,45$ de *pp'*, ensuite à partir du point *h*, $hh' = 0,25$ de *pp'*, et tracer la courbe passant par les points *p'*, *f'*, *g'*, *h'*. Cette courbe représente la loi des consommations de charbon par heure.

Pour déterminer le nombre de tours par minute et la consommation par heure correspondant à l'allure de 9 nœuds, par exemple, il suffira par le point 9 (sur OY) de mener *dc* parallèle à OX, et du point *c*, intersection de *dc* avec *on*, d'abaisser la perpendiculaire *ca* sur OX. La longueur *oa* divisée par l'échelle employée donnera le nombre

Digitized by Google

de tours cherché (78 tours) ; la consommation correspondante par heure sera égale à l'ordonnée *ba* qui, divisée par l'échelle employée ($0^{mm},02$), donnera 1 550 kilogrammes.

On cherchera par le même procédé le nombre de tours et la consommation de charbon par heure pour chacun des points de division de OY à partir de 6 nœuds, c'est-à-dire de demi-nœud en demi-nœud et l'on formera le tableau provisoire des consommations aux différentes allures, à l'aide duquel on pourra établir le tableau de chauffe provisoire et le barême provisoire en procédant comme il a été dit précédemment.

Digitized by Google

CUIRASSÉ

Extrait du tableau type.
Registre descriptif, page 28.

VITESSE en NŒUDS	NOMBRE de TOURS	CONSOMMATION DE CHARBON par heure. Machines principales.	Machines principales et auxiliaires.
A	B	C	D
6	30	1056k	1356k
6,5	32,3	1221	1521
7	34	1386	1686
7,5	37,4	1617	1917
8	40	1815	2115
8,5	42,6	2079	2379
9	45,1	2343	2643
9,5	47,6	2640	2940
10	50,3	2970	3270
10,5	52,9	3333	3633
11	55,5	3729	4029
11,5	58,2	4191	4491
12	60,9	4653	4953
12,5	63,5	5148	5448
13	66,4	5742	6042
13,5	69,2	6369	6669
14	72	7096	7396
14,5	75	8052	8352
15	77,95	9240	9540
15,5	80,95	11121	11421

Tableau de chauffe.

N°s de CHAUFFE	NOMBRE DE pelletées par charge.	de charges par heure.	CONSOMMATION DE CHARBON par heure. par foyer.	par chaudière.	par m² de grille.
E	F	G	H	I	K
1	3	6	90k	270k	41k,5
2	4	6	120	360	55
3	5	6	150	450	69
4	6	6	180	540	83
5	7	6	210	630	96
6	7	7	245	735	113
7	8	7	280	840	129
8	8	8	320	960	147
9	9	8	360	1080	166
10	9	9	405	1215	186
11	10	9	450	1350	207
12	10	10	500	1500	236

Le poids de la pelletée de charbon a été compté à 5 kilogr.

NOTA. — Les nombres du barème de chauffe qui sont suivis d'un astérique indiquent que les pelletées de charbon de ce numéro de chauffe doivent être augmentées de une toutes les secondes charges.

L'appareil évaporatoire est composé de 8 corps de chaudières à 3 foyers par corps, répartis en nombre égal dans quatre chaufferies séparées.

Charge des soupapes . . .	6k	,510
Surface de grille par foyer.	2m²	,1680
— chaudière.	6	,5040
— totale. . .	52	,03

Digitized by Google

« LE HOCHE »

Barème de chauffe.

VITESSE en NŒUDS	NOMBRE de TOURS	NOMBRE DE CHAUDIÈRES EN ACTIVITÉ						
		8	7	6	5	4	3	2
		NUMÉROS DE CHAUFFE						
A	B	M	N	O	P	Q	R	S
6	30	»	»	»	»	1*	3	5*
6,5	32,3	»	»	»	1	2	3*	6
7	34	»	»	»	1*	2*	4	7
7,5	37,4	»	»	1*	2	3*	5	8
8	40	»	1	2	2*	4	6	9
8,5	42,6	1	1*	2*	3*	4*	6*	10
9	45,1	1*	2	3	4	5*	7	11
9,5	47,6	2	2*	3*	4*	6	8	12
10	50,3	2*	3	4	5	6*	9	—
10,5	52,9	3	4	4*	6	7	10	
11	55,5	3*	4*	5*	7	8*	11	
11,5	58,2	4	5	6	7*	9*	12	
12	60,9	5	6	7	8	10	—	
12,5	63,5	5*	6*	7*	9	11		
13	66,4	6	7	8*	10	12		
13,5	69,2	7	8	9	11	—		
14	72	7*	9	10	12			
14,5	75	8*	10	11	—			
15	77,95	10	11	12				
15,5	80,95	11*	—	—				

Le tirage forcé commence entre les numéros de chauffe 5 et 6. Pour les numéros de chauffe inférieurs, les ventilateurs sont aussi en marche, et l'on accélère plus ou moins leur allure selon l'activité de la combustion.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

DESCRIPTION COMPLÈTE DES CHAUDIÈRES

DE LEURS ORGANES DIRECTS ET AUXILIAIRES

Définition générale d'une chaudière et classement des chaudières. . . 1-3

DIVISION D'UNE CHAUDIÈRE

COMPRENANT TROIS COMPARTIMENTS PRINCIPAUX

1° Compartiments réservés à la combustion 3-14
2° Compartiments réservés à l'eau. Différents organes 14-31
3° Compartiments réservés à la vapeur. Différents organes. . . 31-58
Pompes à expulser les escarbilles. Différents systèmes. 58-65
Détendeurs de vapeur. Différents systèmes. 66-71
Consolidation des chaudières, fermetures et enveloppes. Moyens employés. 72-77
Diverses portes de fermeture des foyers des chaudières des torpilleurs. 77-78
Tirage. Différents symptômes. Moyens de constater leur énergie. . 79-81

PRINCIPAUX TYPES DE CHAUDIÈRES

POUR LES CUIRASSÉS ET LES CROISEURS

82-198

Avantages et inconvénients des chaudières multitubulaires comparées aux chaudières cylindriques ordinaires fonctionnant de 4k à 6k. 198-207

CHAUDIÈRES DES TORPILLEURS

DIFFÉRENTS TYPES ET ACCESSOIRES A CES TYPES

Type *locomotive* comprenant cinq genres :
1° Genre Claparède (fig. 136) 207-211
2° Disposition des Forges et Chantiers, type *Bombe* (fig. 137). 211-212
3° Genre Normand (fig. 138) 213-214
4° Genre d'Indret, type *Ouragan* (fig. 139). 215-216
5° Genre des Forges et Chantiers, type *Audacieux* (fig. 140) . 217-220

Digitized by Google

Chaudières des torpilleurs, types multitubulaires comprenant dix types différents :
1° Chaudière Oriolle (fig. 141) 220-225
2° Chaudière Dutemple. Différents systèmes 225-246
3° Chaudière Normand. Différents systèmes 246-262
4° Dutemple-Normand, type *Forban* 262
5° Chaudière Thornycroft. Différents systèmes. 262-277
6° Chaudière Petit-Godard 277-282
7° Chaudière Trépardoux 282-285
8° Chaudière Babillot. 286-288
9° Chaudière Yarrow. 288-291
10° Chaudière Normand-Sigaudy. 291-297
Comparaison des différents types de chaudières employés sur les torpilleurs 297-301
Chaudières des canots à vapeur. Différents types. 302-323
Chaudières des portes des torpilleurs et d'ateliers 323-331

CHAUFFAGE MIXTE

Chaudières disposées pour chauffer simultanément au charbon et au pétrole, et au pétrole seul. Dispositions diverses. 331-371
Canot à vapeur de pétrole. Chaudière alimentée au pétrole et à la vapeur de pétrole (fig. 199) 371-377
Canot à moteur au pétrole système « Forest » (fig. 200) 377-382
Nouvelle chaudière multitubulaire pour vedettes à eau chauffant au pétrole (fig. 201) 382-384
Brûleur Leblond et Caville pour torpilleurs (fig. 225-226) 427-438
Chaudière type « locomotive » brûlant du pétrole (fig. 202). . . . 384-386
Chaudière à brûler le poussier de charbon (fig. 203) 387-388
Comparaison entre les canots marchant au pétrole et les canots marchant au charbon. 388-389
Bouilleurs. Différents systèmes 389-402
Pompes alimentaires et Giffard. Différents systèmes 403-414

ÉJECTEURS

Ejecteur-pompe. 414-415
Ejecteur Friedmann 415
Ejecteur Pétau. 415
Pulsomètre Hall 416-419
Purgeurs automatiques 419-425
Réchauffeurs d'eau d'alimentation. 425-426
Choc dans les tuyaux d'alimentation relatifs aux diverses dispositions dans les chaudières ; leurs causes, moyens employés pour les faire disparaître 438-454
Différents joints glissants, dessins relatifs. 450-453
Réglementation des épreuves aux conduits de vapeur et aux différents modes de jonction des tuyaux. 450-453-461
Règle suivie aux Constructions navales de Cherbourg pour déterminer la durée probable des chaudières 461-462
Allocations de houille pour les différents types de chaudières par m² de surface de grille, pour l'allumage, l'entretien et la remise en activité. 463

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE

CONDUITE DES FEUX ET DES CHAUDIÈRES

Outils de chauffe 465-466
Préparatifs pour l'allumage 466-467
Quantités de charbon employées dans la marine 467
Arrimage des soutes 467
Charger un fourneau 468
Allumer des feux 468-469
Défaut de tirage 469
Tirage — naturel ; — forcé 470
Ventilateurs 470
Anémomètre 471
Avantage du tirage naturel 471-472
Tirage forcé 472-473
Entretien du chauffage en marche tirage naturel 473-474
Indice d'un fourneau qui a besoin d'être rechargé 475
Indice d'un fourneau qui marche bien 475
Mesures à prendre quand le cendrier a des parties obscures . . . 475
Temps au bout duquel on doit effectuer le décrassage 476
Indice d'un fourneau qui a besoin d'être décrassé 476
Moyen pour décrasser un fourneau 476
Précaution à prendre quand on mouille le mâchefer et les escarbilles 477
Activer les feux, mesures à prendre 477
Rester sur les feux, avec pression, prêt à marcher 477
Rester sur les feux avec faible pression 477-478
Disposition du charbon sur les grilles en restant sur les feux sans pression 478
Baisse du niveau d'eau étant sur les feux, sans pression ; moyen de le rétablir 478
Remise en activité des feux après être resté sur les feux sous pression 478-479
Chaudières cylindriques à haute pression. Précautions à prendre lorsqu'on doit marcher au tirage forcé 479-480
Ramonage. — Indice du besoin de ramoner 480
Manière de ramoner, outils employés. — Système Lograffel . . . 480-483
Meilleur système employé en marche 483
Allumage d'une nouvelle chaudière. Dispositions à prendre 483
Précautions à prendre avant d'ouvrir la soupape d'arrêt 483-484

SUPPRESSION D'UNE CHAUDIÈRE

Causes diverses amenant la suppression 484-486

RÉGLER L'ALIMENTATION PENDANT LA MARCHE

Moyen de régler l'alimentation, indice d'un bon fonctionnement de l'alimentation. Cas où le régulateur d'alimentation est brûlant ; moyen à employer pour le refroidir 486-487

Digitized by Google

EXTRACTIONS

Moyens de régler les extractions. — Empêcher les dépôts salins. Régler l'ouverture des robinets 487
Extraction de surface. 487
Temps au bout duquel on doit faire des extractions de surface . . 488
Indice qu'il faut faire une extraction de surface 488

EXTINCTION DES FEUX

Moyen employé pour l'extinction des feux. 488
Vider les chaudières, mesure à prendre. 488
Soins à donner aux chaudières pour assurer leur bon fonctionnement. 488-490

CHAUDIÈRES DES TORPILLEURS

Conduite des feux, soinsà donner auxchaudières, natu re du charbon employé, mesures préliminaires à prendre avant de faire le plein, et allumer les feux, faire le plein, charger les fourneaux, allumer les feux. — Conduite de la chauffe aux différentes allures. Décrassage d'un fourneau. Indice d'un bon ou mauvais fonctionnement d'un fourneau 490-495
Mise bas de feux à une chaudière de torpilleur d'une manière normale. — Par suite d'avaries précautions à prendre et moyens à employer pour chaque cas. 495-496
Empêcher le panache de fume pendant la marche 497
Accidents pouvant résulter de l'ouverture brusque du panneau de la chaufferie ou du stoppage du ventilateur d'un feu mal entretenu 497
Précautions à prendre pour les cas suivants : niveau montant constamment niveau baissant constamment avec fuites de vapeur dans la chaufferie 497-498

ÉBULLITIONS

Leurs causes, leurs effets 498-500
Temps au bout duquel il faut renouveler l'eau des chaudières des torpilleurs 500
Précautions à prendre si l'on doit marcher avec de l'eau saumâtre ou salée ; provenant des fuites du condenseur moyen de reconnaitre ces fuites 500-501

CHAUDIÈRE BELLEVILLE

Conduite et entretien, charge des fourneaux, allumage des feux, échauffer la machine, balancer la machine, mise en marche de la machine, mise en marche des petits cheveaux 168 503
Conduite des feux, hauteur du niveau, ramonage et décrassage en marche, arrêts momentanés, marche à toute puissance, au tirage forcé. 503-506
Extractions, rester sous les feux, éteindre les feux, nettoyage des chaudières, lessivage. Résumé. 506-508

Digitized by Google

CHAUDIÈRE DUTEMPLE

Conduite de la chauffe. 508-510
Soins à donner aux chaudières pendant un arrêt prolongé ou en réserve. 510-511
Dispositions à prendre dans le foyer de la chaudière pour assurer une traversée prolongée. 512

CHAUDIÈRES PETIT ET GODARD

Conduite des feux, maintien du niveau constant. 512-513
Mesure à prendre pour le cas d'un stoppage à toute vitesse. . . . 513
Mode de décrassage d'un fourneau. 513-514
Comment met-on bas les feux. 514
Moyen de reconnaître la présence des graisses dans le tube. . . 514-515
Moyen de reconnaître les tubes qui fuient, tamponner un tube, moyen de remplacer un tube à proximité du foyer, remplacer une brique. 515
Avantages et inconvénients de ces chaudières. 515-516
Soins à donner à ces chaudières. 516-517
Avaries auxquelles sont sujettes les chaudières en marche. 517-520
Comparaison des foyers Fox et des foyers cylindriques dans les chaudières de l'Amirauté. 520-521
Conservation des chaudières en réserve. 521-525

PROCÉDÉ DUBOURDIN

Corrosions intérieures atténuées par l'emploi du zinc, quantité électrogène d'Hannay. 525-527
Disposition des drains des torpilleurs 527-529
Définition et description sommaire d'une machine. 530-534
Régulation. 534-536
Machine marine, description des organes. 537
Confection des tresses. 538-540
Confection des joints et différents mortiers. 540-542
Manière de faire les joints. 542
Confection des presse-étoupes. 543
Tube, avaries, manière de le tamponner. 543
Chaudière Dutemple, chaudière Normand. 231 301 544-545
Limiter une déchirure. 545
Remplacer un barreau de grille. 545
Voie d'eau dans la chambre de chauffe. 545
Organes que le personnel mécanicien doit connaître. 545-546
Différents joints glissants (fig. 241, 242, 243, 244, 245). . . . 450 453 546
Turbo-moteur Parsons. 546-551
Tableau des essais à chaud des types de chaudières employés dans la marine 552 553
Résultat d'essais comparatifs faits à Brest avec des chaudières de différents modèles, sur un canot de 8m,85. 554
Chauffe méthodique employée à Brest 473 474 554

Digitized by Google

Digitized by Google

CATALOGUE DE LIVRES

SUR

LES MACHINES ET L'ÉLECTRICITÉ

PUBLIÉS PAR

LA LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE BAUDRY & Cie

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, A PARIS

Le catalogue est envoyé franco sur demande.

MÉCANIQUE ET MACHINES

Portefeuille des machines.

Portefeuille économique des machines, de l'outillage et du matériel, relatifs à la construction, à l'industrie, aux chemins de fer, aux routes, aux mines, à la navigation, à l'électricité, etc.; contenant un choix des objets les plus intéressants des expositions industrielles; fondé par Oppermann. 12 livraisons par an formant un beau volume de 50 à 60 planches et 200 colonnes de texte. Abonnements : Paris, 15 fr. — Départements et Belgique, 18 fr. — Union postale. . . . . 20 fr.
Prix de l'année parue, reliée . . . . . 20 fr.
La 3e série a commencé à paraître en 1876.
Table des matières des années 1876 à 1887 . . . . . 0 fr. 50.

Agenda Oppermann.

Agenda Oppermann, paraissant chaque année. Élégant carnet de poche contenant tous les chiffres et tous les renseignements techniques d'un usage journalier. Rapporteur d'angles, coupe géologique du globe terrestre, guide du métreur. — Résumé de géodésie. — Poids et mesures, monnaies françaises et étrangères. — Renseignements mathématiques et géométriques. — Renseignements physiques et chimiques. — Résistance des matériaux. — Électricité. — Règlements administratifs. — Dimensions du commerce. — Prix courants et série de prix. — Tarifs des Postes et Télégraphes.
Relié en toile, 3 fr.; en cuir, 5 fr. — Pour l'envoi par la poste, 25 c. en plus.

Aide-mémoire de l'ingénieur.

Aide-mémoire de l'ingénieur. Mathématiques, mécanique, physique et chimie, résistance des matériaux, statique des constructions, éléments des machines, machines motrices, constructions navales, chemins de fer, machines-outils, machines élévatoires, technologie, métallurgie du fer, constructions civiles, législation industrielle. Troisième édition française du Manuel de la Société « Hütte », par Philippe Huguenin. 1 beau volume contenant plus de 1 200 pages, avec 500 figures dans le texte, solidement relié en maroquin . . . . . 15 fr.

Mécanique générale.

Mécanique générale. Cours professé à l'École centrale des Arts et Manufactures, par A. Flamant, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'École centrale. 1 volume grand in-8°, avec 203 figures dans le texte. . . . . 20 fr.

Mécanique appliquée.

Cours élémentaire de mécanique appliquée, à l'usage des écoles primaires supérieures, des écoles professionnelles, des écoles d'apprentissage, des écoles industrielles, des cours techniques et des ouvriers, par Bocquet, ingénieur, directeur de l'École Diderot. 2e édition. 1 volume in-12, avec 69 figures dans le texte, relié. . . . . 5 fr.

Digitized by Google

Travail manuel.

Notions sur les machines et travail manuel du fer et du bois, à l'usage des Écoles primaires supérieures, des Ecoles d'apprentissage, des Ecoles professionnelles, des Ecoles industrielles et des candidats aux Ecoles d'arts et métiers et à l'Ecole des apprentis-mécaniciens de la marine à Brest, par Henri Lyonnet, professeur à l'Ecole supérieure municipale J.-B. Say. 1 volume in-12, avec 90 figures dans le texte. 2 fr.

Physique.

Physique, par Gariel, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur de physique à la Faculté de médecine et à l'Ecole nationale des ponts et chaussées. 2 volumes grand in-8°, avec de nombreuses gravures dans le texte. . . . . 20 fr.

Etude des combustibles.

Contribution à l'étude des combustibles ; détermination industrielle de leur puissance calorifique, par R. Mahler, ingénieur civil des mines. 1 volume in-4°, avec figures dans le texte et 2 planches. . . . . 5 fr.

Air comprimé.

Traité élémentaire de l'air comprimé, par Joseph Costa, ingénieur civil, ancien élève de l'Ecole polytechnique. 1 volume grand in-8°, avec 20 figures dans le texte . . 5 fr.

Traité des chaudières à vapeur.

Traité des chaudières à vapeur. Étude sur la vaporisation dans les appareils industriels, par Charles Bellens, ingénieur. 1 volume grand in-8°, avec 215 figures dans le texte . . . . . 20 fr.

Chaudières à vapeur.

Traité pratique de chaudières à vapeur employées dans les manufactures, par Denfer, chef de travaux graphiques à l'Ecole centrale des arts et manufactures. 1 volume grand in-4°, accompagné de 81 planches cotées et en couleur . . . . . 50 fr.

Défauts des chaudières.

Défauts des chaudières de locomotives et des locomobiles. Caractères des défauts, leurs causes, conséquences à craindre, mesures préventives et remèdes à employer. — Travail publié par l'Association des ingénieurs et architectes autrichiens, M. l'ingénieur en chef Wehrenfennig rapporteur ; traduit de l'allemand par Edm. Francken, ingénieur honoraire des mines, attaché à l'administration des chemins de fer de l'Etat belge et Carl von Hahn, docteur en droit, ingénieur électricien. 1 volume in-4°, avec de nombreuses figures dans le texte . . . . . 5 fr.

Epreuves des chaudières à vapeur.

Note sur les épreuves des chaudières à vapeur, suivie de la loi du 21 juillet 1856, concernant les contraventions aux règlements sur les appareils et bateaux à vapeur et la loi du 18 juillet 1892 fixant les nouvelles taxes d'épreuves des appareils à vapeur et leur mode de perception, par H. Mathieu, contrôleur des mines. 1 brochure grand in-8°. . . . . 1 fr. 50.

Le tirage forcé.

Le tirage forcé dans les chaudières marines. Emploi des ventilateurs en Angleterre. Ce mémoire a paru dans la livraison de mai 1893 du *Portefeuille des machines*. Prix de la livraison. . . . . 2 fr.

Manuel du chauffeur-mécanicien.

Manuel du chauffeur-mécanicien et du propriétaire d'appareils à vapeur, par Henri Mathieu, contrôleur des mines, inspecteur des appareils à vapeur de la Seine, professeur au syndicat général des chauffeurs-mécaniciens. 1 volume grand in-8°, avec 409 figures dans le texte . . . . . 16 fr.

Construction des machines à vapeur.

Traité pratique de la construction des machines à vapeur fixes et marines. Résumé des connaissances actuellement acquises sur les machines à vapeur, considérations relatives au type de machine et aux proportions à adopter, détermination des dimensions et des proportions des principaux organes, étude et construction de ces organes, par Maurice Demoulin, ingénieur des arts et manufactures. 1 volume grand in-8°, avec 483 figures dans le texte. Relié. . . . . 20 fr.

Digitized by Google

La Machine à vapeur.

La machine à vapeur. Traité général contenant la théorie du travail de la vapeur, l'examen des mécanismes de distribution et de régularisation, la description des principaux types d'appareils, l'étude de la condensation et de la production de la vapeur, par Edouard Sauvage, professeur à l'Ecole nationale supérieure des mines. 2 volumes grand in-8°, avec 1 036 figures dans le texte . . . . . 60 fr.

Traité de la machine à vapeur.

Traité de la machine à vapeur. Description des principaux types et théorie ; étude, construction, conduite et applications, par Robert H. Thurston, directeur du « Sibley College » Cornell University, ancien président de « l'American Society of Mechanical Engineers », traduit de l'anglais et annoté par Maurice Demoulin. 2 volumes grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte. Relié. . . . . 60 fr.

Essais de machines et chaudières à vapeur.

Manuel pratique des essais de machines et chaudières à vapeur, par Robert H. Thurston, directeur du « Sibley College » Cornell University, ancien président de l' « American Society of Mechanichal Engineers », ancien ingénieur de la marine aux Etats-Unis, traduit de l'anglais par Auguste Roussel, ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole nationale supérieure des mines. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte. Relié. . . . . 25 fr.

Machines à vapeur.

Traité théorique et pratique des machines à vapeur au point de vue de la distribution. — Méthode générale des gabarits, permettant d'établir des épures approchées ou exactes de tous les types de machines. — Etude méthodique des principales distributions au double point de vue de leur fonctionnement et de leur construction, par Coste et Manqueret. 2e édition. 1 volume grand in-8°, contenant 53 figures intercalées dans le texte et 1 atlas grand in-4° de 46 planches de dessins exactement réduits à l'échelle et cotés. . . . . 25 fr.

Machines à vapeur.

Etude sur les machines à vapeur. Moteurs à vapeur pour les petites industries et moteurs à vapeur de grandes dimensions, à l'exposition des arts et métiers de Vienne (Autriche), 1888, par A. Gouvy Fils, ingénieur des arts et manufactures. 1 brochure grand in-8°, avec trois grandes planches et 16 figures dans le texte. . . . . 4 fr.

Machines à vapeur.

Les machines à vapeur à triple et quadruple expansion et les progrès récents des appareils de navigation, par Maurice Demoulin, ingénieur des arts et manufactures. 1 volume grand in-8°, avec 5 planches . . . . . 5 fr.

Locomotives.

La machine-locomotive. Manuel pratique donnant la description des organes et du fonctionnement de la locomotive, à l'usage des mécaniciens et des chauffeurs, par Ed. Sauvage, ingénieur en chef adjoint du Matériel et de la Traction de la Cie de l'Est. 1 volume in-8°, avec 284 figures dans le texte. Relié. . . . . 5 fr.

Distribution de vapeur.

Étude géométrique des principales distributions en usage dans les machines à vapeur fixes, par Cornut, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur du nord de la France. 1 volume in-8° de texte et 1 atlas in-4° de 31 planches 15 fr.

Moteurs à gaz.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz ; gaz de houille, gaz pauvres, air carburé (pétroles) et de leurs applications diverses à l'industrie, la locomotion et la navigation, contenant des détails sur l'installation et l'entretien des moteurs à gaz et suivi d'un tableau résumé de l'industrie du pétrole, par Gustave Chauveau, ingénieur civil, lauréat de la Société technique de l'industrie du gaz en France. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses gravures dans le texte . . . . . 15 fr.

Digitized by Google

Traité des machines-outils.

Traité des machines-outils. Tours, alésoirs, raboteuses, mortaiseuses, étaux-limeurs, raineuses, fraiseuses, machines à tailler les roues, meules, taraudeuses, machines à vis, machines spéciales, machines combinées, petit outillage, par Gustave Richard, ingénieur civil des mines, membre honoraire du Conseil et agent général de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. 2 volumes grand in-4°, avec plus de 6 000 figures dans le texte. Relié . . . . . 150 fr.

Engrenages.

Étude théorique et pratique sur les engrenages, par Albert Hugon, ingénieur. 1 vol. in-8, avec 74 figures dans le texte et 2 planches. . . . . 5 fr.

Elévation des eaux.

Traité de l'élévation des eaux. Calculs et renseignements pratiques. Pompes à main. — Emploi des moteurs à vent et à eau. — Pompes centrifuges. — Emploi des moteurs à vapeur, à gaz, électriques. — Pompes d'alimentation. — Appareils hydrauliques. — Ascenseurs. — Emploi de l'air et des gaz comprimés. — Pulsomètres. — Injecteurs. — Ejecteurs. — Béliers hydrauliques, par P. Berthot, ingénieur des arts et manufactures. 1 volume grand in-8°, avec 350 figures dans le texte. Relié . 18 fr.

ÉLECTRICITÉ

Traité d'électricité et de magnétisme.

Traité d'électricité et de magnétisme. Théorie et applications, instruments et méthodes de mesure électrique. Cours professé à l'école supérieure de télégraphie, par A. Vaschy, ingénieur des télégraphes, examinateur d'entrée à l'école Polytechnique. 2 volumes grand in-8, avec de nombreuses figures dans le texte . . . . . 25 fr.

Théorie de l'électricité.

Théorie de l'électricité. Exposé des phénomènes électriques et magnétiques fondé uniquement sur l'expérience et le raisonnement, par A. Vaschy, ingénieur des télégraphes, examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique. 1 volume grand in-8°. avec 74 figures dans le texte, relié. . . . . 20 fr.

Traité pratique d'électricité.

Traité pratique d'électricité à l'usage des ingénieurs et constructeurs. Théorie mécanique du magnétisme et de l'électricité, mesures électriques, piles, accumulateurs et machines électrostatiques, machines dynamo-électriques génératrices, transport, distribution et transformation de l'énergie électrique, utilisation de l'énergie électrique, par Félix Lucas, ingénieur en chef des ponts et chaussées, administrateur des chemins de fer de l'Etat, 1 volume grand in 8°, avec 278 figures dans le texte . . . . . 15 fr.

Electricité industrielle.

Traité d'électricité industrielle, théorique et pratique, par Marcel Deprez, membre de l'Institut, professeur d'électricité industrielle au Conservatoire national des arts et métiers, professeur suppléant au Collège de France. 2 volumes grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte, paraissant en 4 fascicules. Prix de souscription à l'ouvrage complet . . . . . 40 fr.
Chaque fascicule se vend séparément . . . . . 12 fr.

Electricité industrielle.

Traité pratique d'électricité industrielle. Unités et mesures; piles et machines électriques ; éclairage électrique ; transmission électrique de l'énergie; galvanoplastie et électro-métallurgie; téléphonie, par E. Cadiat et L. Dubost. 5e édition. 1 volume grand in-8°, avec 277 gravures dans le texte, relié. . . . . 16 fr. 50

Manuel pratique de l'électricien.

Manuel pratique de l'électricien. Guide pour le montage et l'entretien des installations électriques, par E. Cadiat, 2e édition 1 volume in-12, avec 220 figures dans le texte, relié . . . . . 7 fr. 50

Digitized by Google